



Naturalis

Repositorio Institucional

<http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar>

Universidad Nacional de La Plata

Facultad de Ciencias Naturales y Museo



Distribución espacial de los Eufractinos [Xenarthra, Dasypodidae] en Mendoza : aspectos biológicos, ecológicos y ambientales

Seitz, Viviana Paola

Doctor en Ciencias Naturales

Dirección: Vizcaíno, Sergio Fabián

Co-dirección: Puig, Silvia

Facultad de Ciencias Naturales y Museo
2013

Acceso en:

<http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/id/20140902001368>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional



Naturalis

Repositorio Institucional
FCNyM - UNLP



Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Ciencias Naturales y Museo

**Distribución espacial de los eufractinos (Xenarthra,
Dasypodidae) en Mendoza (región de Cuyo):
aspectos biológicos, ecológicos y ambientales**

Autora: Lic. Viviana Paola Seitz

Director: Dr. Sergio Fabián Vizcaíno

Codirectora: Dra. Silvia Puig

Tesis Doctoral

Año 2013

Para José, Juana, Daniel, Dalmiro, Darío, Macario, Juanjo y Lira.

Éste es nuestro trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Esta sección se encuentra destinada a demostrar gratitud a quienes apoyaron esta investigación. Este trabajo ha sabido mantenerse a fuerza de voluntad y apoyo de personas que creyeron en su aporte al entendimiento de los quirquinchos y el ambiente que habitan. Pero también creyeron en su autora, por lo que estas palabras están profundamente dedicadas a ellos.

Sergio Vizcaíno me brindaste tu apoyo a lo largo de este proyecto, en tanto más fui creciendo en estos años, tu coherencia profesional me ha reflejado tu calidad como persona. Has tenido paciencia con mis tiempos, actuando con comprensión y sin condescendencia, siendo tu posición equilibrada una referencia para mí.

Silvia Puig me brindaste la oportunidad de ser parte de su grupo de trabajo, con su confianza y entusiasmo me dio fortalezas para sacar de este trabajo lo mejor. Este es el momento para decirte que tu presencia hizo que todo fuera más claro, más sencillo. Lo que con mucho esfuerzo se mantenía, pasó a ser una agradable tarea y mi agradecimiento por ello no cabe en palabras.

Con Marcelo Tognelli sembramos la semilla, planteamos la pregunta y me brindaste un apoyo tácito y constante, teniendo una alegre confianza en mí, que me llena de orgullo haber trabajado con tan excelente persona.

Al Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) que otorgó el apoyo económico con dos becas, las cuales subvencionaron casi la totalidad de las tomas de datos y de mi vida en estos cinco años. Mi entera formación a cargo de organismos estatales crea en mí un compromiso del esmero en ser la mejor profesional que esté a mi alcance.

A doña Paz y Don María, por adoptarme en su hermosa familia y hacerme sentir parte de ustedes. A José mi maestro, a Juana, Daniel, Dalmiro, Macario y Juan José Agüero, por su ingenio y sus muchas horas de dedicación hicimos este trabajo, caminamos kilómetros juntos y también años. A Bety, por las hermosas horas de mateadas juntas, mates de amigas que me llenaron el espíritu. A Daniela, Elías, Leo y a mi hermosa hija Ruth por llenarme los días de campo de alegrías. Pero especialmente a Lira, la mejor compañera de trabajo, dedicada e inteligente, tu compañía me convirtió en la niña que fui hace mucho, que salía al campo a trabajar con la alegría de ver las flores y los animales. A Antonia y Felipe, por su predisposición a ayudarme y prestarme al Golondrina. ¡Y a la Osita! Te debo cuantos quirquinchos capturados. Hemos generado profundos lazos de amistad, de esos que perduran y estoy dispuesta a cuidar como un tesoro.

A Darío Soria, mi compañero, mi Cruz del Sur. Tu conocimiento de Lavalle genera admiración, eres generoso y tu capacidad de asombro me mantiene fresca, cada cosa es un descubrimiento; con vos cada salida de campo tuvo una nube, un bichito, un color de cielo. Tu apoyo ha sido incondicional hasta en los últimos momentos, y mi agradecimiento es infinito.

A Cecilia Rubio, la colega más linda porque primero es amiga, gracias por prestarme la oreja, leer mis intentos con toda la profesionalidad, por ser condescendiente y por contenerme.

Al Peter Feinsinger y toda la granja que me enseñaron que la ciencia debe ser una profesión de humildad que cuyo crecimiento es directamente proporcional al desarrollo sensitivo de la pupa aspirante.

A Elena Abraham por su invaluable respaldo en los momentos de cambio, por brindarme apoyo con su grupo de trabajo.

Al grupo LADA por compartir objetivos comunes a esta investigación y ser un ejemplo de grupo de trabajo, profesional y humano a la vez.

A Mariella Superina por su aporte a este trabajo, tanto de datos, criterios y discusiones sobre los quirquinchos y la provincia.

A Agustín Abba, gracias por tus aportes y tu apoyo para este trabajo difícil de resolver, por tu generosidad y predisposición constante.

A Cecilia Esquiaga, María Juana y Anabel Luque, que trabajaron muy duro para este trabajo en condiciones muy difíciles, poniendo todo lo mejor de ustedes, que ha sido muchísimo.

A Sergio Roig y su grupo de Entomología, por brindarme un espacio de trabajo y recibirme en tan cálido grupo de personas.

A Ana María Scollo, por tomarte el tiempo en enseñarme, trabajar juntas con buenas intenciones hasta los fines de semana.

A Rodolfo Carrara, por traducirme el lenguaje de los modelos a algo entendible, por darme apoyo cuando lo necesite.

A Susana Lagos, por brindarme apoyo con el material entomológico, que junto con Florencia Campón me alentaron a continuar trabajando.

A Valeria Corbalán, por su apoyo al proyecto en los momentos difíciles.

A La Dirección de Recursos Naturales Renovables y Guardaparques, por facilitar el acceso a los ejemplares decomisados; en especial a Hugo Orestes Asensio por su excelente predisposición y tenerme presente en el ámbito lavallino.

A Cecilia Pirrone, Cecilia Rodríguez, Rocío Aguilar, Natalia Luchesi, Leandro Ferrón y Nazareno Bravo, por entrelazar historias en este camino.

Al Instituto Argentino de Investigación de las Zonas Áridas, por brindar el marco y aporte logístico e institucional.

A Ricardo Torres y Mariano Merino, por su juicio crítico. Con sus sugerencias, el trabajo se ha pulido y mejorado; pero sobre todo gracias por vuestra candidez y amabilidad, algo que ha hecho agradable y amena la tarea.

A Mercedes, Marcela, Verónica, Rocío y Francisco, fragmentos de mi corazón, mi familia, todo lo que tengo de valor. Gracias por entender el tiempo que este trabajo me ha llevado, tiempo que no he podido compartir con ustedes, pero que hoy culmina una etapa.

ÍNDICE GENERAL

Índice de figuras en el texto.....	x
Índice de tablas en el texto.....	xiii
Resumen.....	xvi
Introducción.....	xx
PARTE I CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y METODOLÓGICAS	
CAPÍTULO 1: MARCO CONCEPTUAL Y ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	1
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS GENERALES.....	24
CAPÍTULO 3. DIFERENCIACIÓN DE LOS SIGNOS DE ACTIVIDAD DE LAS TRES ESPECIES DE ARMADILLOS.....	49
CAPÍTULO 4. MARCAJE DE INDIVIDUOS Y RECONOCIMIENTO DE <i>ZAEDYUS PICHII</i> MEDIANTE EL DISEÑO DE SU ESCUDETE CEFÁLICO.....	69
PARTE II ECOLOGÍA DE LOS ARMADILLOS	
CAPÍTULO 5. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LAS TRES ESPECIES.....	81
CAPÍTULO 6. CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT A ESCALA DE PAISAJE Y SU USO POR LOS ARMADILLOS.....	113
CAPÍTULO 7. CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT A ESCALA LOCAL Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE SIGNOS DE ACTIVIDAD DE ARMADILLOS.....	150
CAPÍTULO 8. CARACTERIZACIÓN DEL USO DEL ALIMENTO Y PERÍODOS DE ACTIVIDAD DE LOS ARMADILLOS.....	178
CAPÍTULO 9. DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES.....	208
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	223

CONTENIDO

Índice de figuras en el texto.....	x
Índice de tablas en el texto.....	xiii
Resumen.....	xvi
Abstract.....	xviii
Introducción.....	xx
Marco conceptual.....	xxiii
Marco metodológico.....	xxiv
Estructura de la Tesis.....	xxvi

PARTE I CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y METODOLÓGICAS

CAPÍTULO 1: MARCO CONCEPTUAL Y ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	1
1.1. Delimitación de la investigación.....	1
1.2. Justificación del recorte espacial y temporal.....	4
1.3. Presentación de las especies estudiadas.....	6
1.4. Situación de las especies y el ambiente.....	13
1.4.1. Estado de conservación de las especies de armadillos.....	13
1.4.2. Estado de preservación del ambiente en el NE de Mendoza.....	15
1.5. Marco conceptual teórico.....	16
1.5.1. Principios ecológicos relevantes para el presente trabajo.....	16
1.5.2. Adaptaciones de los armadillos a las zonas áridas.....	18
1.6 Marco metodológico.....	20
1.6.1. Enfoque multiescalar.....	20
1.6.2. Análisis espacial.....	22
CAPITULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS GENERALES.....	24
2.1. Diseño del análisis multiescalar.....	24
2.1.1. Escala regional.....	25
2.1.2. Escala de paisaje.....	27
2.1.3. Escala local.....	29
2.1.3.i. Selección de las parcelas de muestreo.....	29
2.1.3.ii. Caracterización de las parcelas de muestreo.....	31
2.2. Aplicación de Sistemas de Información Geográfica.....	32
2.2.1. Fuentes de datos.....	34
2.2.1.i. Recolección de datos de presencia de las especies.....	34
2.2.1.ii. Obtención de datos ambientales.....	34
2.2.1.iii. Obtención de datos meteorológicos.....	35
2.2.2. Gestión y análisis de la información espacial en SIG.....	36
2.2.2.i. Entrada de datos.....	36
2.2.2.ii. Gestión de datos.....	36
2.2.2.iii. Análisis espacial a través de modelos de distribución de especies.....	39
2.2.2.iv. Definición de variables ambientales para cada escala.....	41

2.2.2.v. Selección de los parámetros del modelado.....	41
2.2.2.vi. Evaluación del aporte de las variables ambientales.....	42
2.2.2.vii. Análisis de correlación.....	43
2.2.2.viii. Evaluación del modelo probabilístico.....	44
2.2.2.ix. Generación de productos cartográficos.....	46
2.3. Contrastación con métodos puntuales.....	47
 CAPÍTULO 3. DIFERENCIACIÓN DE LOS SIGNOS DE ACTIVIDAD DE LAS TRES ESPECIES DE ARMADILLOS.....	49
3.1. Introducción.....	49
3.2. Materiales y métodos.....	52
3.3. Resultados.....	55
3.3.1. Huellas.....	56
3.3.2. Pistas y rastros.....	60
3.3.3. Otros rastros.....	63
3.3.4. Cuevas de refugio.....	63
3.4. Discusión y conclusiones.....	67
 CAPÍTULO 4. MARCAJE DE INDIVIDUOS Y RECONOCIMIENTO DE <i>ZAEDYUS PICHII</i> MEDIANTE EL DISEÑO DE SU ESCUDETE CEFÁLICO.....	69
4.1. Introducción.....	69
4.2. Materiales y métodos.....	72
4.2.1. Marcaje permanente y semipermanente.....	72
4.2.2. Análisis del escudete cefálico.....	72
4.3. Análisis.....	76
4.4. Resultados.....	76
4.4.1. Automatización del proceso de digitalización.....	76
4.4.2. Características geométricas de los escudete.....	77
4.4.3. Evaluación en el terreno.....	78
4.5. Discusión.....	79
 PARTE II ECOLOGÍA DE LOS ARMADILLOS	
 CAPÍTULO 5. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LAS TRES ESPECIES.....	81
5.1. Introducción.....	81
5.1.1. Distribución de las tres especies de armadillos.....	81
5.1.2. Área de estudio.....	82
5.1.3. Objetivos, hipótesis y marco metodológico.....	85
5.2. Métodos.....	86
5.2.1. Colecta de localidades.....	86
5.2.2. Selección de variables ambientales.....	87
5.3. Resultados.....	88
5.3.1. Variables ambientales.....	89
5.3.1.i. Análisis de correlación.....	89
5.3.1.ii. Variables importantes en los modelos de cada especie.....	91
5.3.1.iii. Rangos ambientales que ocupa cada especie.....	93
5.3.2. Evaluación de los modelos.....	96

5.3.3. Mapas de distribución predictiva.....	98
5.3.4. Distribución de las especies en las áreas protegidas.....	99
5.4. Discusión.....	100
5.4.1. Modelos y variables ambientales.....	100
5.4.2. Biogeografía de los armadillos en Mendoza.....	109
5.4.3. Estado de conservación de las especies de armadillos en Mendoza.....	110
CAPÍTULO 6. CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT A ESCALA DE PAISAJE Y SU USO POR LOS ARMADILLOS.....	113
6.1. Introducción.....	113
6.1.1. Marco conceptual del estudio de paisaje.....	113
6.1.2. Ecología de las especies estudiadas.....	115
6.1.3. Area de estudio.....	118
6.1.4. Objetivos, hipótesis y marco metodológico.....	118
6.2. Métodos.....	120
6.2.1. Zona de estudio.....	120
6.2.2. Colecta de localidades de presencia de quirquinchos.....	121
6.2.3. Selección de variables ambientales.....	122
6.3. Resultados.....	126
6.3.1. Presencia de los armadillos en el paisaje.....	126
6.3.2. Variables ambientales.....	129
6.3.2.i. <i>Análisis de correlación</i>	130
6.3.2.ii. <i>Selección de hábitat</i>	130
6.3.3. Modelos de distribución.....	136
6.3.3.i. <i>Relevancia de las variables ambientales</i>	138
6.3.3.ii. <i>Evaluación de los modelos</i>	139
6.3.3.iii. <i>Mapas de distribución predictiva</i>	140
6.4. Discusión.....	143
CAPÍTULO 7. CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT A ESCALA LOCAL Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE SIGNOS DE ACTIVIDAD DE ARMADILLOS.....	150
7.1. Introducción.....	150
7.1.1. Marco conceptual del estudio del hábitat.....	150
7.1.2. Ecología de las especies estudiadas.....	151
7.1.3. Objetivos, hipótesis y marco metodológico.....	154
7.2. Métodos.....	155
7.2.1. Colecta de localidades.....	155
7.2.2. Selección de variables ambientales.....	156
7.3. Resultados.....	157
7.3.1. Signos de actividad de los armadillos.....	157
7.3.2. Variables ambientales.....	157
7.3.3. Modelos de distribución de signos de actividad.....	158
7.3.3.i. <i>Cuevas de refugio</i>	159
7.3.3.ii. <i>Rastros de alimentación</i>	163
7.3.4. Evaluación de los modelos y representación espacial.....	165
7.4. Discusión.....	173

CAPÍTULO 8. CARACTERIZACIÓN DEL USO DEL ALIMENTO Y PERÍODOS DE ACTIVIDAD DE LOS ARMADILLOS.....	178
8.1. Introducción.....	178
8.1.1. Conceptos aplicados al estudio.....	178
8.1.2. Dieta de las especies estudiadas.....	180
8.1.3. Períodos de actividad y ciclos biológicos de los armadillos.....	182
8.1.4. Objetivos, hipótesis y marco metodológico.....	184
8.2. Materiales y Métodos.....	185
8.3. Resultados.....	187
8.3.1. Dieta de cada especie de armadillo.....	187
8.3.1.i. <i>Variación temporal de la dieta</i>	189
8.3.1.ii. <i>Disponibilidad y uso del alimento</i>	190
8.3.1.iii. <i>Rastros de forrajeo</i>	192
8.3.2. Peso corporal.....	195
8.3.2.i. <i>Peso corporal de ejemplares recapturados</i>	195
8.3.2.ii. <i>Peso corporal de ejemplares recapturados</i>	196
8.3.3. Horarios de actividad.....	198
8.3.4. Ciclo reproductivo.....	201
8.4. Discusión.....	202
8.4.1. Dieta de los armadillos.....	202
8.4.2. Uso del período diario.....	205
8.4.3. Variación estacional del peso de los armadillos.....	206
8.4.4. Ciclo reproductivo de <i>Z. pichiy</i>	207
CAPÍTULO 9. DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES.....	208
9.1. Resumen de las relaciones de presencia de las especies con las variables ambientales.....	208
9.1.1. <i>Zaedyus pichiy</i>.....	208
9.1.1.i. <i>Factores climáticos asociados a su distribución</i>	208
9.1.1.ii. <i>Factores edáficos y geomorfológicos asociados a su distribución</i>	209
9.1.1.iii. <i>Factores biológicos relacionados a su presencia</i>	210
9.1.2. <i>Chaetophractus villosus</i>.....	211
9.1.2.i. <i>Factores climáticos asociados a su distribución</i>	211
9.1.2.ii. <i>Factores edáficos y geomorfológicos asociados a su distribución</i>	212
9.1.2.iii. <i>Factores biológicos relacionados a su presencia</i>	212
9.1.3. <i>Chaetophractus vellerosus</i>.....	214
9.1.3.i. <i>Factores climáticos asociados a su distribución</i>	214
9.1.3.ii. <i>Factores edáficos y geomorfológicos asociados a su distribución</i>	214
9.1.3.iii. <i>Factores biológicos relacionados a su presencia</i>	215
9.2. Comparación entre las distribuciones de las tres especies a las diferentes escalas analizadas.....	215
9.2.1. Escala regional.....	215
9.2.2. Escala de paisaje.....	216
9.2.3. Escala local.....	217
9.2.3.i. <i>Uso del hábitat</i>	217
9.2.3.ii. <i>Uso del alimento</i>	218

9.3. Contribución de los resultados del estudio a la conservación de las especies.....	219
9.4. Conclusiones finales.....	221
9.4.1 <i>Zaedyus pichiy</i>	221
9.4.2 <i>Chaetophractus villosus</i>	222
9.4.2 <i>Chaetophractus vellerosus</i>	222
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	223
Anexo I. Condiciones Climáticas.....	238
Anexo II. Variables ambientales analizadas a escala local.....	251
Anexo III. Esquemas de las bases de datos generadas.....	296
Anexo IV. Identificación de <i>Z. pichiy</i> en base al diseño de su escudete cefálico...	301
Anexo V. Archivos de salida de Maxent.....	327
Anexo VI. Aportes a la base de datos geomorfológica estándar de Lavalle.....	392

ÍNDICE DE FIGURAS EN EL TEXTO

Figura 1.1. Especies de armadillos estudiadas en la presente investigación: a) <i>Zaedyus pichiy</i> , b) <i>Chaetophractus villosus</i> , c) <i>Chaetophractus vellerosus</i> . Fotografías cortesía de Guillermo De Bandi, Jorge Oyarce Kruger y Agustín Abba.	10
Figura 1.2 Rangos de distribución de a) <i>Zaedyus pichiy</i> , b) <i>Chaetophractus villosus</i> y c) <i>Chaetophractus vellerosus</i> en América del Sur (izquierda) y en la provincia de Mendoza (derecha). Modificado de IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2010 (www.iucnredlist.org).	11
Figura 2.1 Recortes de las escalas del estudio: a) escala regional abarcando la provincia de Mendoza, b) la escala de paisaje y c) la escala local.	24
Figura 2.2. Valores anuales promedio del índice de aridez (precipitación/ evapotranspiración) para la provincia de Mendoza, según UNEP (1992).	26
Figura 2.3. Carta del área de estudio correspondiente a la escala de paisaje, con las cuatro parcelas de monitoreo.	27
Figura 2.4. Diagramas de cotas de altura de las cuatro parcelas de análisis, en ellos se representan los puntos de muestreo sobre imagen satelital <i>Landsat</i> .	31
Figura 2.5. Esquema del modelo lógico de los SIG utilizados para los análisis a escala de paisaje y local. La figura representa, a modo de ejemplo, las capas de la distribución de los signos de actividad de los armadillos en la parcela María Luisa.	33
Figura 3.1. Huellas obtenidas sobre camas de arena para las tres especies de armadillos.	57
Figura 3.2. Medidas de tendencia central correspondientes al largo y ancho de las huellas y patas para cada especie de quirquincho.	58
Figura 3.3. Diseño de las patas delanteras (arriba) y traseras (abajo) de las tres especies, en las que se sombrean las secciones de la pata apoyadas durante la marcha. En números romanos se indican los dedos. Las medidas indicadas corresponden a a) largo de la pata con uña; b) largo de la pata sin uña, c) ancho de la pata al nivel de los dedos II-IV, d) ancho de la pata entre los dedos I-V.	59
Figura 3.4. Diagramas de pistas para cada especie de armadillo, en gris palma de la mano y en blanco planta del pie. A, B y C representan diagramas de pistas relacionadas a rastros de forrajeo para el piche patagónico, el peludo y el piche llorón respectivamente. D representa un rastro al trote, en este caso para el piche llorón a) largo de la zancada, b) paso, c) proyección del paso y d) ancho de la pista.	61
Figura 3.5. a) Rastro de forrajeo incluyendo una hozadura y b) rastro de trote registrado durante la época de apareamiento. Ambos corresponden a <i>Z. pichiy</i> .	62
Figura 3.6. a) rastros en la arena del comportamiento de asolearse en una cueva de <i>Z. pichiy</i> y b) <i>Chaetophractus villosus</i> echado en la boca de la cueva (fotografía gentileza del autor).	63
Figura 3.7 a) Cueva simple y b) complejas asignadas a <i>C. villosus</i> .	64
Figura 3.8. Gráfico del análisis discriminante aplicado sobre las medidas de las bocas de las cuevas de referencia construidas por cada especie de armadillo.	65
Figura 4.1. Método de marcado semipermanente, a) diseño de la colocación del aro a través de una aguja descartable, b) individuo macho de <i>Z. pichiy</i> portando el aro identificador.	73
Figura 4.2. Etapas de proceso en el tratamiento de las imágenes. a) Trazado de los ejes de referencia sobre la fotografía original. b) Dibujo del contorno del escudete cefálico y localización de los puntos de referencia con sus coordenadas, que posteriormente se utilizan como cálculo del largo (Y2- Y4) y el ancho del escudete (X1-	75

X3). El punto 5 posee los valores 100, 100. c) Digitalización de las escamas que componen el escudete, mostrando los centroides para cada escama. d) Resultado de la utilización de la herramienta de generalización de las líneas. e) Resultado de la localización de los centroides sobre una matriz con un número de celdas fijo.	
Figura 4.3. Imágenes del escudete cefálico de un ejemplar proveniente del sur de Mendoza: a) fotografía en la que puede observarse la desigual distribución de escamas claras y oscuras; b) imagen obtenida como resultado de la modificación de las curvas de la y c) límites esperados de un proceso de automatización.	77
Figura 5.1. Ecorregiones representadas en Mendoza. Modificado de Brown y Pacheco (2006) y WWF (2012).	85
Figura 5.2. Gráficos de probabilidades de presencia de cada especie en relación a las variables más importantes de sus modelos. En rojo se muestra el valor promedio de las 10 repeticiones, con su desvío estándar en azul. La línea punteada muestra el valor del umbral PME.	94
Figura 5.3. Distribución geográfica potencial del hábitat idóneo para la presencia de las tres especies de armadillos en Mendoza.	99
Figura 5.4. Área predicha como compartida entre <i>Z. pichiy</i> , <i>C. villosus</i> y <i>C. vellerosus</i> y su relación con la red de Áreas Protegidas en la provincia de Mendoza.	103
Figura 6.1. Mapa de la zona de estudio a escala de paisaje en el que se remarcaron los sectores de muestreo. En el área de referencia se incluyó la zona alledaña con información sobre el uso de la tierra, además de la demarcación del Sitio Ramsar Lagunas de Guanacache	114
Figura 6.2. Curvas acumulativas del número de ejemplares capturados y/o avistados de cada especie de armadillo según la distancia recorrida, analizado para los cuatro sectores de muestreo.	128
Figura 6.3. Éxito de muestreo definido como el número de ejemplares avistados por kilómetro recorrido para cada especie de armadillo, analizado en los cuatro sectores del área de estudio.	129
Figura 6.4. Variables ambientales seleccionadas para realizar los modelos de hábitat de los quirquinchos a escala de paisaje.	131
Figura 6.5. Análisis de la distribución de frecuencias y selección del hábitat disponible para <i>Z. pichiy</i> aplicando χ^2 junto a intervalos de Bailey. La descripción de las bioformas se corresponde con la leyenda de Figura 6.4.	133
Figura 6.6. Análisis de distribución de frecuencias y selección del hábitat disponible para <i>C. villosus</i> aplicando χ^2 junto a intervalos de Bailey. La descripción de las bioformas se corresponde con la leyenda de Figura 6.4.	134
Figura 6.7. Análisis de distribución de frecuencias y selección entre el hábitat disponible según los registros para <i>C. vellerosus</i> aplicando χ^2 junto a intervalos de Bailey.	135
Figura 6.8 Estimación continua del hábitat idóneo para <i>Z. pichiy</i> (derecha) y localización de las capturas de <i>C. villosus</i> y <i>C. vellerosus</i> (izquierda) en el paisaje estudiado.	141
Figura 7.1. Frecuencias relativas de disponibilidad de elementos del microhábitat y de presencia de cuevas de <i>Z. pichiy</i> . Las barras verticales indican el intervalo de Bailey.	161
Figura 7.2. Frecuencias relativas de disponibilidad de elementos del microhábitat y de presencia de cuevas de <i>C. villosus</i> . Las barras verticales indican el intervalo de Bailey	162
Figura 7.3. Representaciones cartográficas de las parcelas de muestreo y la distribución de signos de actividad de las tres especies de quirquinchos recolectados en el período de estudio.	170
Figura 8.1. Porcentaje de ítems alimentarios presentes en las heces según la especie de armadillo para el período de muestreo.	188

Figura 8.2. Número de ejemplares (expresados en porcentajes) sumados en las trampas de caída colectadas en septiembre de 2010 (primavera) y febrero de 2011 (verano).	191
Figura 8.3. Porcentaje de cobertura vegetal con y sin frutos de acuerdo a la estación del año calculado a partir de las transectas de vegetación y su uso de acuerdo a cada especie de armadillo.	192
Figura 8.4. Disponibilidad de ejemplares presa y uso por cada especie de armadillo de acuerdo a las estaciones del año, calculados sobre la prueba de χ^2 y los límites de Bailey.	193
Figura 8.5. Proporciones relativas de la disponibilidad de ejemplares presa y su consumo por cada especie de armadillo de acuerdo a las estaciones estivales.	194
Figura 8.6. Frecuencias observadas de los restos de alimento encontrados en las hozaduras durante todo el período de muestreo	194
Figura 8.7. Peso de los ejemplares capturados de cada especie según los meses del año [a), c), d)] y la relación entre el peso de <i>Z. pichiy</i> y la temperatura media anual [b)].	196
Figura 8.8. Pesos de los tres ejemplares recapturados de <i>Z. pichiy</i> (ZP1, ZP2 y ZP3) y <i>C. villosus</i> (CV1 y CV2), según la fecha de registro.	197
Figura 8.9. Intervalos de Bailey que comparan los horarios de avistajes estacionales según la disponibilidad de horarios, referida esta a los horarios recorridos en las transectas de avistaje.	199
Figura 8.10. Proporción de ejemplares capturados y avistados según el horario de inicio de las transectas de avistaje, discriminadas según las estaciones del año.	200

Índice de tablas en el texto

Tabla 2.1. Bases de datos dinámicas generadas con datos colectados en el terreno. Se expresa el tipo de información relacionada, el número de tablas, el número de relaciones y el total de registros.	38
Tabla 3.1. Formulario de campo utilizado para monitorear los signos de actividad de los armadillos dentro de las parcelas de muestreo.	54
Tabla 3.2. Valores del El análisis de Kruskal-Wallis, con su valor p para cada prueba de dos colas, junto con las comparaciones múltiples por rangos medios para los datos del largo y ancho de las huellas y patas para cada especie de quirquincho.	58
Tabla 3.3. Resumen de los valores de las funciones canónicas para el análisis discriminante realizado sobre las cuevas de referencia.	65
Tabla 3.4. Funciones canónicas contrastadas para el análisis discriminante realizado sobre las cuevas de referencia.	66
Tabla 3.5. Valores de correlación entre la variable de medida y la función discriminante.	66
Tabla 3.6. Reclasificación de las cuevas registradas en el terreno obtenida por aplicación de la fórmula discriminante estimada con las cuevas de liberación (entre paréntesis figura el porcentaje de aciertos y desaciertos con respecto al total de casos por especie).	66
Tabla 4.1. Frecuencias de cada clase de osteodermos clasificados según su área porcentual.	78
Tabla 5.1. Biomas y ecorregiones presentes en Mendoza.	84
Tabla 5.2. Valores de ajuste de los modelos Maxent promedio para cada especie de quirquincho.	89
Tabla 5.3. Valores de r_2 obtenidos de los análisis de correlación entre variables ambientales, en formato ráster. Los altos valores de correlación se expresan resaltados.	91
Tabla 5.4. Contribución de las variables ambientales continuas y categóricas (identificadas con *) a los modelos de las tres especies de quirquinchos en Mendoza. En las columnas se expresa la ganancia de los modelos de entrenamiento, modelos excluyentes e individuales. Los valores más importantes se muestran en negro remarcado, mientras que la variable más importante se encuentra resaltada.	92
Tabla 5.5. Valores de la prueba binomial para las tres especies de armadillos a diferentes umbrales de corte. PME: valor de probabilidad para la presencia mínima de entrenamiento. Para una explicación más detallada, véase pag. 93.	97
Tabla 5.6. Áreas con legislación de protección ambiental provincial. Se identificó la ecorregión que representan y las superficies que ocupan en Mendoza. Modificado de Atlas SIGDesert, 2012.	102

Tabla 6.1. Avistajes y capturas para cada especie de quirquincho en los diferentes sectores de muestreo, según los kilómetros recorridos.	126
Tabla 6.2. Número acumulado de ejemplares avistados y/o capturados para esfuerzos de muestreo equivalentes.	127
Tabla 6.3. Valores de r^2 de correlación entre variables ambientales en escala paisaje, en formato ráster. Los altos valores de correlación se expresan resaltados.	130
Tabla 6.4. Valores de ajuste de los modelos Maxent a escala de paisaje para cada especie de quirquincho.	137
Tabla 6.5. Contribución a la ganancia (C), modelos excluyentes (E) e individuales (I) de las distribuciones predictivas de las tres especies de quirquinchos en la escala de paisaje. Los valores de las tres variables más contribuyentes se muestran en negritas, mientras que la variable más importante para cada especie se resalta demarcada.	139
Tabla 6.6. Valores de la prueba binomial para las tres especies de armadillos a diferentes umbrales de corte.	140
Tabla 7.1. Períodos de registro y número de signos de actividad en las parcelas de muestreo.	158
Tabla 7.2. Índices de los modelos de Maxent para cuevas de refugio según la especie asignada y las parcelas de muestreo en las que fueron registradas.	159
Tabla 7.3. Contribución a la ganancia y modelos excluyentes de las cuevas de <i>Z. pichiy</i> y <i>C. villosus</i> en las parcelas María Luisa y Puesto Viejo. Los valores de las variables más importantes se muestran en negritas. La variable más importante se resalta demarcada.	160
Tabla 7.4. Índices de ajuste de los modelos de Maxent para hozaduras según la especie asignada y la parcela de muestreo en donde fueron registradas.	164
Tabla 7.5. Contribución a la ganancia y modelos excluyentes de los modelos de rastros de forrajeo de <i>Z. pichiy</i> y <i>C. villosus</i> según las parcelas de muestreo. Los valores de las tres variables más significativas se muestran en negritas. La variable más importante se resalta demarcada.	166
Tabla 7.6. Valores de la prueba binomial para las cuevas de <i>Z. pichiy</i> y <i>C. villosus</i> a diferentes umbrales de corte. Se resumen los resultados de las parcelas con localizaciones de cuevas suficientes para realizar modelos robustos.	167
Tabla 7.7. Valores de la prueba binomial para los rastros de forrajeo de las tres especies a diferentes umbrales de corte. Se expresan los resultados de las parcelas con localizaciones de cuevas suficientes para realizar modelos de distribución espacial robustos.	168
Tabla 8.1. Valores del estadístico de Chi cuadrado y su valor p para los n ejemplares registrados, discriminado por especies pertenecientes al análisis de la distribución estacional de los horarios de actividades.	198

RESUMEN

El piche patagónico *Zaedyus pichiy*, el peludo *Chaetophractus villosus* y el piche llorón *C. vellerosus* son armadillos que habitan ambientes áridos de la provincia de Mendoza. Los factores limitantes de las zonas áridas llevan a que las especies desarrollen estrategias diferenciales sobre la utilización del hábitat y en sus distribuciones espaciales. La selección diferencial de recursos entre especies permite la coexistencia y una optimización en su utilización. Esta investigación comparó la distribución de las especies mencionadas en diferentes escalas y analizó las variables ambientales relevantes para sus distribuciones y aspectos sobre el uso del hábitat, a fin de resaltar aspectos de su coexistencia en un ambiente compartido. Se aplicaron sistemas de información geográfica y de modelación a nivel regional, de paisaje y local, utilizando la localización espacial de ejemplares y sus signos de actividad junto al análisis de la disponibilidad y uso del alimento y del tiempo.

Las distribuciones halladas son más acotadas que las conocidas previamente para Mendoza. A escala regional, estas especies responden a las precipitaciones más que a las temperaturas. *Zaedyus pichiy* responde a las condiciones áridas de la región y sus variables ambientales relacionadas, mientras que *C. villosus* se distribuye de acuerdo a los suelos de la provincia en un mayor gradiente climático y *C. vellerosus* se limita según las precipitaciones invernales. La ecorregión compartida entre las tres especies correspondió al Monte de Llanuras y Mesetas, siendo este ambiente el que requiere mayor atención en la implementación de medidas de conservación en la provincia.

Dentro del paisaje árido de Mendoza, la selección del hábitat de *Z. pichiy* en Lavalle combinó requerimientos de alimentación, protección contra predadores, facilidad de excavación y baja alteración antrópica, mientras que localmente la selección de sitios para refugio estuvo condicionada por un confort termal y una facilidad de excavación. El piche patagónico hizo un uso diferencial del tiempo y del alimento de acuerdo a las estaciones del año. *Chaetophractus villosus*, por su parte, estuvo relacionado a la cobertura vegetal

y la dureza del suelo, mientras que de *C. vellerosus* se obtuvieron escasas localidades en los tres niveles de análisis, las que parecen responder a las geoformas de médanos con suelos sueltos.

El uso de los ítems alimentarios por las tres especies presentó un importante solapamiento interespecífico y estuvo compuesto de material vegetal y animal. Los frutos del algarrobo constituyen un ítem compartido principal, los animales consumidos fueron mayormente artrópodos como hormigas, escorpiones y coleópteros adultos y sus larvas, seleccionados por las tres especies. *Zaedyus pichiy* fue el armadillo más insectívoro, mientras que las dos especies de *Chaetophractus* consumieron un mayor volumen de vegetales. Existe un solapamiento horario entre las tres especies y la mayor amplitud horaria de *C. villosus* le permitiría disponer de un lapso de actividad sin la competencia de *Z. pichiy*. La relación inversa entre abundancia y concentración de puestos ganaderos evidenció el impacto de la actividad humana sobre la supervivencia de los armadillos.

ABSTRACT

The Patagonian pichi *Zaedyus pichiy*, the large hairy armadillo *Chaetophractus villosus* and the screaming hairy armadillo *C. vellerosus*, inhabit arid environments in the province of Mendoza. Environmental factors in arid regions lead species to develop differential strategies on habitat use and spatial distribution. The differences in resources selection between the species allow the coexistence of different species and optimize the use of resources. This research compared the distribution of the three species in different scales to assess the relevant environmental variables for their distribution and aspects of habitat use, in order to highlight aspects of their coexistence in a shared environment. We applied GIS and modeling at regional and local landscape scale, using spatial location of individuals and their signs of activity together with the availability and use of food and time.

In this Thesis, the spatial distributions for the species found were more limited than previously known for Mendoza. At the regional scale, the armadillos respond to precipitation more than temperature. *Zaedyus pichiy* responds to the arid conditions of the region and its limiting factor was precipitation of the humid-most month. *Chaetophractus villosus* was present according to the soil type in the province on a broad climatic gradient, and *C. vellerosus* was restricted by the precipitation of the coldest month. The ecoregion shared among the species are the Monte de Llanuras y Mesetas, being this environment the one that requires greater attention for the implementation of conservation guidelines in Mendoza.

The habitat selection of *Z. pichiy* in Lavalle (Mendoza) combined feeding requirements, protection from predators, ease of excavation and low human alteration. Locally, this species selected shelter sites due to thermal comfort and loose soils. The pichi made a seasonal different use of time and food. The habitat selection of *Chaetophractus villosus* was related to vegetation cover and soil strength. There were few localities *C. vellerosus* recorded in the three levels of analysis, apparently in correspondence with dunes with loose soils.

The use of food items by the species consisted of plant and animal material, with a considerable inter-specific overlap. The fruits of *Prosopis* sp. are a primary shared item; the animals mostly consumed by the armadillos were arthropods such as ants, scorpions, adult and larvae of beetles, which are selected by the three species. *Zaedyus pichiy* was the most insectivorous species, while the two species of *Chaetophractus* selected a greater volume of plants. There was an overlap in time of activity between the species, and the broader hourly amplitude of *C. villosus* would let it dispose of activity without competition of *Z. pichiy*. The inverse relationship between abundance and concentration of cattle settlements showed an impact of human activity on the armadillos' survival.

INTRODUCCIÓN

Los armadillos o quirquinchos son xenartros, uno de los cuatro clados mayores de mamíferos placentarios según evidencia molecular (Delsuc *et al.*, 2002; Delsuc & Douzery, 2008) el cual tiene un origen presumible en América del Sur (Aguiar y Fonseca, 2008). Los armadillos agrupan una veintena de especies que ocupan una gran diversidad de ambientes, desde el sur de Patagonia hasta la mitad austral de América del Norte (Aguiar y Fonseca, 2008; Vizcaíno y Loughry, 2008). El grupo de los eufractinos está conformado por cinco especies de armadillos agrupadas en tres géneros (*Euphractus* Linnaeus, 1758; *Chaetophractus* Fitzinger, 1871 y *Zaedyus* Desmarest, 1804) que forman una unidad zoogeográfica compacta. Los eufractinos ocupan hábitats del centro y sur de Bolivia y el sur de Brasil hasta el sur de Argentina y Chile, desde la ecorregión de Puna hasta Pampa pasando por Sabana, Estepa Patagónica, Monte y Espinal (Gardner, 2005). En esta Tesis se estudian tres especies de eufractinos registradas en zonas áridas de la provincia de Mendoza: *Zaedyus pichiy* Desmarest, 1804; *Chaetophractus villosus* Desmarest, 1804 y *C. vellerosus* Gray, 1865 (Yepes, 1935; Roig, 1965).

Los primeros estudios sobre los armadillos se realizaron en ejemplares desde las primeras expediciones europeas a América del Sur (Vizcaíno y Loughry, 2008). La mayoría de estos estudios se centraron en sus relaciones taxonómicas y tempranamente revelaron numerosos y fascinantes atributos del grupo (Vizcaíno y Loughry, 2008) como la poliembrionía obligada del género *Dasypus* (Newman y Patterson, 1910), o bien una de las tasas metabólicas más bajas registradas para mamíferos placentarios (McNab, 1980) e incluso la capacidad de contraer lepra, única en estos animales además de los seres humanos (Storrs, 1971).

La primera compilación de información sobre los xenartros la constituye Montgomery (1985) e incluyó su taxonomía, las relaciones filogenéticas del grupo, aspectos anatómicos, fisiológicos y ecológicos. Veintitrés años después Vizcaíno y Loughry (2008) realizaron una recopilación de numerosos

resultados, constituyendo la actual referencia sobre la biología de los amadillos. Esta compilación es un estado del arte de las investigaciones llevadas a cabo con xenartros y demuestra los numerosos aspectos del grupo que comienzan a enfrentarse en los proyectos actuales. Además de la importancia evolutiva, este trabajo expone aportes a la fisiología, genética, conservación y los primeros estudios a largo plazo realizados sobre poblaciones silvestres de este grupo.

La ecología de los armadillos comienza a estudiarse con *Dasypus novemcinctus* en América del Norte (Greigor, 1985 y citas referidas), especie con una considerable acumulación de trabajos. Probablemente debido a su extensa distribución y su abundancia relativamente alta en algunas regiones, han podido llevarse a cabo investigaciones sobre su comportamiento, alimentación, ecología poblacional e historia natural (McDonough y Loghry, 2008), incluyendo patrones de actividad utilizando transectas de avistaje de signos de actividad sobre suelo blando (Layne y Glover, 1985).

El estudio ecológico de mediano plazo sobre armadillos antecedente en Argentina se centró en la ecología de una de las especies aquí estudiadas, *C. vellerosus*, en un ambiente de la región semiárida del Espinal (Greigor, 1974; 1985). Dicho trabajo se orientó además en la detección de adaptaciones fisiológicas de *C. vellerosus* a las condiciones áridas. Superina (2007) realizó su trabajo sobre ejemplares de *Z. pichiy* provenientes de los ambientes áridos de Mendoza, los cuales se mantuvieron en cautiverio a fin de analizar los aspectos relacionados con su termorregulación y su fisiología reproductiva (Superina y Boily, 2007; Superina y Jahn, 2009; Superina *et al.*, 2009b). Abba (2008) analizó el uso del hábitat por parte de tres especies de armadillos en una porción de la Pampa Ondulada, incluyendo ambas especies del género *Chaetophractus* analizadas en el presente trabajo. Su análisis comparó el uso del hábitat en niveles de organización poblacional y de gremio, analizando incluso la distribución espacial de individuos y sus signos de actividad (Abba *et al.*, 2007; Abba y Cassini, 2008; 2010; Abba *et al.*, 2011).

A partir de 1980 se autodefinió un grupo de especialistas en xenartros vivientes (osos hormigueros, perezosos y armadillos, ASASG) cuyos esfuerzos por recopilar, generar y transmitir conocimiento sobre estos animales se traducen en un considerable avance del estado del conocimiento de los

xenartros. El medio de difusión de los resultados obtenidos por el grupo, además de otros documentos de carácter científico relacionados a los xenartros se encuentran disponibles en línea (<http://www.xenarthrans.org/bibliography/edentata>).

En el marco del actual desarrollo de las investigaciones sobre la ecología de los armadillos, la presente Tesis analiza la distribución espacial y uso del hábitat de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* en ambientes áridos como respuesta a factores ecológicos, aportando información del uso del hábitat que realizan estas especies, como también las posibles interacciones entre ellas. Las zonas áridas son vulnerables a cambios ante la utilización de sus recursos y la presencia antrópica. Esta vulnerabilidad se acentúa con el cambio climático global que ejerce una presión adicional afectando, entre otras cosas, a la biodiversidad (IPCC, 2001; CNCC, 2007).

La modificación de hábitats naturales relacionadas a la agricultura puede ejercer presiones positivas en las poblaciones de armadillos (Merritt, 2008; Abba y Vizcaíno, 2011) aunque en la mayoría de los casos la agricultura y el pastoreo se consideran presiones negativas (Aguilar y Fonseca, 2008; Abba y Vizcaíno, 2011; Tognelli *et al.*, 2011). El estado de conservación de los xenartros fue recientemente analizado por ASASG, reuniendo información sobre sus distribuciones geográficas, tamaño y estado de sus poblaciones, uso que las especies realizan sobre el hábitat y su ecología, junto a la representación de las especies en políticas de conservación o manejo (Abba y Superina, 2010).

La captura y cacería de ejemplares silvestres es la amenaza principal que afecta a casi todas las especies de armadillos, seguida por la fragmentación de su hábitat. Esta situación está ocurriendo mientras aún se desconoce la tendencia poblacional de más de la mitad de especies de quirquinchos, lo que destaca la importancia de los estudios de campo sobre este grupo. Incluso, las conclusiones sobre los avances en el conocimiento de este grupo muestran el desconocimiento de aspectos básicos relacionados a su historia natural (Abba y Superina, 2010).

En suma, el **objetivo** de esta investigación es de contribuir al conocimiento de la biología y ecología de los armadillos eufractinos en los

ambientes áridos de Mendoza. La detección de las variables ambientales más relevantes para la distribución de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* a distintas escalas espaciales resalta los mecanismos que permiten su coexistencia en condiciones de rigurosidad ambiental. La delimitación de los hábitats óptimos para estas especies es el paso esencial para optimizar las medidas de conservación sobre estos integrantes de la fauna autóctona.

La investigación propuesta parte de una serie de **hipótesis generales**. La primera es que las distribuciones de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* no es azarosa, sino que está ligada a la determinación del hábitat. La segunda hipótesis se refiere a que el hábitat está compuesto por patrones susceptibles a ser identificados y medidos en el terreno. Es posible por lo tanto, que variables numéricas utilizadas para definir el ambiente sean informativas del hábitat, según la escala de análisis en la que son aplicadas. El tercer supuesto expone una competencia por los recursos en las áreas de solapamiento interespecífico, que deriva en una diferenciación en las preferencias de hábitat de acuerdo a la especie.

Los diversos objetivos y supuestos generales presentados han sido abordados como objetivos e hipótesis específicos de cada enfoque del estudio, que figuran en los respectivos Capítulos de la presente Tesis.

Marco conceptual

La ocupación del ambiente por parte de las especies puede presentar patrones en el espacio y si esto ocurre, la detección y análisis de estos patrones facilitan la comprensión de los mecanismos subyacentes que controlan su distribución. De acuerdo a la Teoría del Nicho, especies ecológicamente similares no pueden coexistir salvo que se diferencien en el uso de los recursos (Pianka, 1981). El solapamiento de nichos puede llevar a la exclusión competitiva entre especies (Volterra, 1926; Lotka, 1932; Gause, 1934) o éstas pueden evitarlo mediante mecanismos de partición de los recursos en común (Schoener, 1974; Diamond, 1978). Restricciones fisiológicas y ambientales influyen sobre la toma de decisiones de los animales, alejándolos de la distribución ideal (Schoener, 1974; Diamond, 1978). La

heterogeneidad del ambiente puede interactuar con la competencia entre especies y diluir los procesos de exclusión competitiva (Huston, 1994).

Los factores limitantes de las zonas áridas llevan a que las especies vegetales y animales desarrollen estrategias adaptativas para sobrevivir en condiciones subóptimas (Gritzner, 2007). Los animales involucran aspectos comportamentales, fisiológicos y morfológicos que influyen en su supervivencia (Laity, 2008). En el caso de los armadillos de zonas áridas, un supuesto será que utilicen estrategias diferenciales que afecten la distribución espacial, el uso del hábitat, la búsqueda y el aprovechamiento del alimento.

La selección que los animales realizan sobre los recursos del hábitat suele ser específica de la escala de análisis (Boyce, 2006) al presentarse en una secuencia de importancia de orden jerárquico (Kotliar y Wiens, 1990). La teoría de jerarquía (Simon, 1962; O'Neill *et al.*, 1991) propone que el ambiente está estructurado primariamente por procesos físicos de amplia escala, que crean gradientes en el ambiente dentro del cual pueden distinguirse zonas homogéneas –o parches– de ecosistemas, separados entre sí por zonas discontinuas llamadas interfases. Los procesos a gran escala permiten respuestas similares dentro de los sistemas biológicos, a su vez la heterogeneidad espacial dada por los parches suele ser también funcional para los ecosistemas. La detección de los recursos ambientales seleccionados por las especies depende de modo esencial de la escala espacial. La escala de análisis debe describirse como una variable definida y explícita en los estudios ecológicos (Meentemeyer y Box, 1987). Por otra parte, los disturbios naturales o antrópicos suelen actuar a mayor escala que la definida en una investigación ecológica de campo (Legendre y Legendre, 1998). Estos conceptos resaltan la importancia de incorporar el concepto de escala en un estudio ecológico sobre integrantes de la fauna nativa. Los estudios cuyos objetivos incluyen la selección de recursos según diferentes escalas de análisis obtienen una valiosa información sobre las especies, especialmente en investigaciones enfocadas a obtener resoluciones a las necesidades de política ambiental (Legendre y Legendre, 1998).

Marco metodológico

Las investigaciones ecológicas centradas en las poblaciones de armadillos se encuentran limitadas por un bajo éxito de avistajes comparado con otros mamíferos. Esto es debido, entre otros aspectos, por su hábitos ecológicos (Vizcaíno y Loughry, 2008). Algunos de estos hábitos, como la construcción de cuevas y las actividades crepusculares o nocturnas, están relacionados a la ocupación de ambientes extremos como las zonas áridas. Este aspecto resulta un desafío al momento de diseñar un estudio ecológico a largo plazo en poblaciones de armadillos, con soluciones que dependerán de la zona de estudio, los recursos humanos y los económicos de la investigación. El presente trabajo utilizó los signos de actividad –construidos para el refugio y la búsqueda de alimento en el sustrato– para el reconocimiento de especies de armadillos. El reconocimiento de los signos resultó una herramienta esencial para aumentar el número de avistajes y capturas de armadillos, como también en la estimación indirecta del uso del hábitat. Para ello fue necesario definir los signos de actividad y poner a punto la metodología para la diferenciación entre especies (Capítulo 3).

Los modelos de distribución de especies son herramientas aplicadas en esta Tesis con el fin de explorar y cuantificar la relación entre los armadillos y su ambiente a diferentes escalas de análisis. El modelado de distribución de especies basado en distribuciones probabilísticas de máxima entropía, como el programa Maxent (Phillips *et al.*, 2004; 2006) permite estimar áreas idóneas para la presencia de una especie (Capítulo 2), especialmente en regiones en donde se posee información incompleta sobre su presencia (Guisan y Thuiller, 2005). Estos modelos delinean la distribución espacial utilizando como base el mapeo de las variables ambientales en las que la especie analizada se encuentra presente (Franklin, 1995), por lo tanto son representaciones de la idoneidad del espacio que permita la presencia de las especies. Para estimar la idoneidad del ambiente se utiliza una relación algorítmica entre la distribución real conocida y un conjunto de variables independientes, de modo que el modelo se encuentra en función de las variables empleadas para generar dicha representación. Aquellas variables ambientales mejor asociadas pueden utilizarse como indicadores de dicha idoneidad (Mateo *et al.*, 2011). Resulta

pertinente que los estudios que aplican modelos de hábitat se diseñen considerando diferentes escalas de análisis, ya que en cada una de ellas se trabaja sobre diferentes patrones ecológicos y las conclusiones extraídas en una escala no son extrapolables a otra. Estos modelos aplicados a múltiples escalas de análisis en un estudio integrador son aplicaciones valiosas recomendadas en estudios ecológicos orientados a la conservación (Legendre y Legendre, 1998).

La instrumentación de los modelos de distribución se enmarca en el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), la aplicación de estas plataformas de análisis en ecología se encuentra aún en pleno desarrollo. El diseño de una metodología SIG aplicada en la relación de los armadillos con su ambiente se considera un aporte importante como técnica aplicada. Además de ello, la delimitación de las áreas idóneas para la presencia de los armadillos permitirá la detección futuros cambios en sus distribuciones, podrán establecer las bases analíticas para futuros planes de conservación de las especies y la zona estudiada, como también podrán aplicarse estudios sobre patrones de biodiversidad al incluir otras especies de armadillos en el análisis (Guisan y Hofer, 2003; McCune, 2006; Phillips *et al.*, 2006).

El presente trabajo se diseñó sobre la comparación de las variables más importantes para la distribución de los armadillos a diferentes escalas de análisis. Este estudio multiescalar identificó las variables ambientales con potencial importancia en la distribución espacial de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus*, detectó los hábitats idóneos para las tres especies y las relaciones de los armadillos con su ambiente en la provincia de Mendoza, particularmente en un ambiente compartido por las tres especies. La cuantificación de las relaciones entre las especies de armadillos y los aspectos biofísicos del ecosistema que ocupan es un proceso fundamental para el desarrollo de políticas de manejo, tanto de las especies estudiadas como del ecosistema analizado.

Estructura de la tesis

Este trabajo está organizado en dos partes mayores: en la Parte I se desarrollan las consideraciones teóricas y metodológicas aplicadas,

mientras que la Parte II agrupa los Capítulos que constituyen la investigación original. La primera parte incluye cuatro Capítulos que abordan en detalle las consideraciones conceptuales. El Capítulo 1 está referido a los estudios ecológicos y los desarrollos de modelación; la metodología general del estudio se expresa en el Capítulo 2, el que incluyó la descripción de las especies, la definición de las escalas espaciales, el análisis cartográfico y el análisis de modelación; el Capítulo 3 especifica la metodología desarrollada para definir los signos de actividad y su diferenciación entre especies; el Capítulo 4 culmina la Parte I con el desarrollo de la técnica de aplicación implementada en el marcaje y reconocimiento de los individuos capturados en el campo. En la Parte II se describen las distribuciones de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* analizadas a diferentes escalas, las que junto al aporte sobre sus hábitos ecológicos constituyen cuatro Capítulos que profundizan diferentes aspectos de la temática. El estudio de las distribuciones a escala regional se expone en el Capítulo 5 y ha sido efectuado sobre la base de registros de colecta, decomisos y capturas de ejemplares en Mendoza; el Capítulo 6 corresponde al tratado sobre la distribución espacial a escala de paisaje y se desarrolló sobre la base de avistajes y capturas de ejemplares; el Capítulo 7 explicita la distribución espacial de los signos de actividad y su relación con el hábitat a escala local; el Capítulo 8 presenta los hábitos alimenticios y el uso del tiempo de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus*; para finalizar, en el Capítulo 9 se contrastaron los resultados con objeto de comparar similitudes y diferencias en el uso del hábitat y la distribución de las tres especies de armadillos.

PARTE I

CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y METODOLÓGICAS

CAPÍTULO 1: MARCO CONCEPTUAL Y ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Este apartado tiene la finalidad de detallar los fundamentos teóricos que contextualizan epistemológicamente la presente investigación; de exponer las investigaciones antecedentes sobre la ecología de los armadillos y de plantear la Tesis en su contexto teórico, detallado a las hipótesis y los objetivos que guiaron este trabajo.

1.1. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Este trabajo está dirigido a conocer las relaciones entre tres especies de armadillos y el ambiente que habitan en Mendoza. Los armadillos, también conocidos como quirquinchos, son animales pertenecientes al grupo de los xenartros, uno de los cuatro clados mayores de mamíferos placentarios (Madsen *et al.*, 2001; Murphy *et al.*, 2001a; 2001b; Delsuc *et al.*, 2002; Springer *et al.*, 2005; Delsuc y Douzery, 2008). Dentro de los xenartros se agrupan a los armadillos junto con los osos hormigueros (*Vermilingua*, *Myrmecophagidae*) y perezosos (*Folivora*, *Bradypodidae* y *Megalonychidae*). Los xenartros son mamíferos endémicos de América del Sur, que colonizaron América del Norte cruzando a través del istmo de Panamá formado durante el período Terciario (Engelmann, 1985). El origen de los xenartros se remonta al período Cretácico, se estima que tiene una antigüedad de entre los 65 a 80 millones de años (ma), las relaciones filogenéticas basales de este grupo con otros mamíferos resultan un misterio (Delsuc *et al.*, 2003). Según datos moleculares, el origen de los xenartros se estima en 105 ma, lo que sugiere la existencia de un linaje basal que ha existido durante 50 ma y del cual no se han encontrado aún, rastros en el registro fósil (Delsuc *et al.*, 2004).

Los xenartros poseen una representación actual relativamente modesta en comparación con la diversidad y riqueza del registro fósil. A pesar de su diversidad fósil y su importancia evolutiva, los xenartros son un grupo relativamente poco estudiado en comparación con otros mamíferos, incluso sus grupos fósiles poseen un mayor número de estudios que los xenartros vivientes (Vizcaíno y Loughry, 2008). Existe más de una explicación posible al hecho que existe un bajo número de estudios sobre xenartros actuales. La primera explicación consiste en que los xenartros en general, y los armadillos en particular, son mamíferos difíciles de registrar en el terreno debido a sus hábitos semifosoriales, que junto a sus actividades nocturnas disminuyen el éxito de avistajes. Otro hecho que ha influido en el número de investigaciones realizadas sobre los armadillos es una densidad poblacional normalmente baja comparada con otros mamíferos de tamaño similar, que sumado a la presión de caza ejercida en toda su distribución son factores que reducirían sus poblaciones (Vizcaíno y Loughry, 2008; Noss *et al.*, 2008; Abba y Superina, 2010).

Los armadillos se distribuyen desde el sur de Patagonia hasta el sur de Estados Unidos, dentro de esta amplia zona geográfica se encuentran 21 especies ocupando una variedad de ambientes (Gardner, 2005). Los eufractinos son un grupo de armadillos conformado por cinco especies distribuidas en los hábitats de la Puna hasta las Pampas incluyendo Sabana, Estepa, Monte y Espinal desde Bolivia y Mato Grosso en Brasil –exceptuando *Euphractus sexcinctus* (Wagner, 1830) que aunque se encuentra restringido a la Savana, se extiende hacia el este de Brasil hasta el norte del río Amazonas– (Wetzel, 1985a).

La ocupación actual de las especies de armadillos en el ambiente es el resultado de cambios múltiples de sus límites de distribución pasados junto a constricciones ambientales presentes (Abba y Vizcaíno, 2011). El registro de los rangos de distribución de las especies constituye la base de subsecuentes investigaciones, desde ecológicas hasta biogeográficas, así como el grado de riqueza ambiental del rango que ocupan y su necesidad de preservarla a través de decisiones referidas a su uso.

En las últimas décadas se impuso el surgimiento de consecuencias ambientales de problemática compleja que plantean nuevos escenarios que

incluyen, entre otros aspectos, a las poblaciones de fauna silvestre. Estas situaciones demandan estudios de las respuestas de los sistemas afectados, las consecuencias de las decisiones que se toman referidos a ellos y las decisiones de manejo, preservación o restauración del ambiente que resulten más eficientes. Este trabajo analiza la relación de tres especies de armadillos presentes en Mendoza (*Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus*) con el ambiente que ocupan, identificando los factores ambientales que influyen en su distribución en el espacio, sus relaciones con el uso de la tierra, sus hábitos alimenticios y su posible estado de conservación a escala local.

De acuerdo a lo antes mencionado, se contextualizan las hipótesis generales presentadas en la Introducción, que guiaron la realización de esta investigación y son:

H₁. Las poblaciones de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* no ocupan la totalidad de sus áreas potencialmente habitables, sino que se encuentran acotadas por recursos, factores limitantes o disturbios. Es decir que la distribución de estos armadillos en Mendoza no es azarosa sino que está ligada a la determinación del hábitat que ocupan.

H₂. El hábitat se compone de variables complejas que conforman la ecología de las especies y la estructura heterogénea del ambiente, variables que se distribuyen en patrones susceptibles de ser identificados y por lo tanto pueden ser medidos en el terreno. Es posible que variables numéricas utilizadas para definir el ambiente sean informativas del hábitat según la escala de análisis en la que sean aplicadas.

H₃. En áreas de solapamiento interespecífico existe una diferenciación de preferencias de hábitat, alimento y/o horarios de actividad según la especie.

En este contexto se plantea como propósito la comprensión de las relaciones de las especies de armadillos con el ambiente que ocupan. El objetivo general presentado en la Introducción puede mencionarse aquí como siguientes los objetivos:

A. Analizar la distribución de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* en Mendoza, específicamente en los ambientes áridos de la provincia.

B. Definir condiciones ecológicas en las que ocurre la coexistencia de estas especies a distintas escalas espaciales. Estas condiciones ecológicas están representadas por variables ambientales numéricas.

C. Identificar factores ambientales que potencialmente ejerzan impactos negativos en las poblaciones de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* que permitirá inferir el estado de conservación de estas especies.

Dichos objetivos pueden ser desagregados en objetivos específicos, los cuales se analizarán en los Capítulos originales:

A.₁. Realizar una comparación multiescalar (regional, paisaje y local) de la presencia de los armadillos de la provincia de Mendoza.

A.₂. Modelar la distribución de cada especie de armadillo en la respectiva escala de análisis.

B.₁. Seleccionar las condiciones ambientales más relevantes como variables explicativas de la distribución de armadillos. Estimar si existen preferencias en el uso de los recursos por los armadillos de acuerdo a la escala.

B.₂. Comparar sus distribuciones espaciales y preferencias en el uso de recursos del ambiente entre las especies de quirquinchos.

C.₁. Evaluar sus distribuciones en relación a las áreas provinciales que poseen un marco legislativo ambiental de protección.

C.₂. Identificar las variables ambientales de posible impacto negativo en la supervivencia de las especies de armadillos.

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL RECORTE ESPACIAL Y TEMPORAL

Mendoza posee una alta variación climática debido a la presencia de la Cordillera de los Andes, aunque su mayor superficie responde a régimen de lluvias de tipo árido (Capitanelli, 1972). Las zonas áridas se caracterizan por una productividad biológica limitada por precipitaciones escasas y poco frecuentes, con alta variabilidad a través del año debido a su ocurrencia en eventos discretos e impredecibles (Noy-Meir, 1973). Entre los factores ecológicos limitantes de las zonas áridas se destacan: una marcada alternancia

entre épocas de alta y de baja temperatura, una estación breve de crecimiento de la vegetación y drásticas disminuciones de la humedad ambiental. Estos factores llevan a que las especies vegetales y animales desarrollen estrategias adaptativas para lograr sobrevivir en las zonas áridas (Gritzner, 2007).

Las respuestas de los ecosistemas áridos a los disturbios permiten identificar las principales amenazas a su equilibrio. En general, las zonas áridas y semiáridas presentan una mayor vulnerabilidad a las consecuencias ambientales del cambio climático global con respecto a las zonas húmedas (CNCC, 2007). Sumado a ello, los cambios en el clima ejercen una presión adicional sobre la biodiversidad (IPCC, 2001).

La biodiversidad de las regiones áridas presenta particular importancia para la conservación biológica, ya que incluye especies adaptadas a vivir en condiciones extremas (Laity, 2008). Entre las medidas consideradas prioritarias para la conservación figuran acciones a nivel específico –por ejemplo, la protección de especies paraguas, claves o indicadoras– así como acciones a nivel de hábitat –por ejemplo, la protección de metapoblaciones– (Ward, 2009).

A nivel biogeográfico, gran parte de las zonas áridas de Mendoza pertenece a la ecorregión del Monte de Llanuras y Mesetas. La situación ambiental del Monte en Argentina requiere atención ya que presenta alteraciones y degradación de los ecosistemas, en parte derivados de asentamientos humanos y actividades de explotación de los recursos (Pol *et al.*, 2006). La perturbación más habitual en el Monte es el sobrepastoreo por ganado, seguida por los incendios y la tala de árboles, mientras que las áreas protegidas ocupan sólo el 2% de la ecorregión del Monte (Pol *et al.*, 2006).

La preservación del ambiente como objetivo político en Mendoza es un largo proceso cultural que encuentra sus bases en la historia de la provincia, con un ordenamiento legal ambiental previo a la legislación ambiental nacional. A diferencia con otras provincias, Mendoza planteó decisiones políticas tempranas aplicadas sobre los recursos naturales. Esta provincia Institucionalizó una política ambiental orientada hacia el entorno como conjunto global y al control ecológico, tomando en cuenta a los ecosistemas como unidad de preservación (Wagner, 2011). Con el fin de instituir el funcionamiento

de un sistema de áreas naturales provinciales organizado, que comprenda el conjunto de ambientes naturales con significación ecológica, esta provincia posee un régimen de Áreas Naturales Protegidas Provinciales; otra de sus aplicaciones legislativas que protege la fauna nativa consiste en la prohibición de la caza de fauna en todo el territorio provincial.

La presente investigación comenzó en 2008, iniciando con una búsqueda de información bibliográfica relacionada a *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus*; además se revisaron las colecciones mastozoológicas de la provincia a fin de inventariar los ejemplares incluidos y los datos de sus capturas. Con la información colectada se construyó un primer modelo de distribución, con el cual se estimó la zona potencialmente compartida por las tres especies de armadillos. La zona detectada se recorrió en sucesivos reconocimientos en el campo, abarcando desde el sur hasta el norte de Mendoza. En dichas salidas se entrevistó a pobladores locales acerca de avistajes de las tres especies armadillos, hasta definir un área en la cual se corroboró la presencia de las tres especies (Capítulo 5). En el área compartida seleccionada se realizaron los análisis sobre la distribución de los armadillos a escala de paisaje (Capítulo 6), sus signos de actividad a escala local (Capítulo 7) y el uso del tiempo y el alimento (Capítulo 8), actividades realizadas en paralelo desde Setiembre de 2009 a Noviembre de 2011.

1.3. PRESENTACIÓN DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Las especies actuales del Magnorden Xenarthra (Cope, 1889) se dividen en dos Ordenes: Pilosa (Flower, 1882) y Cingulata (Illiger, 1811) este ultimo agrupa a los armadillos actuales junto con gliptodontes y pampaterios ya extintos, cuyo nombre alude a la presencia característica de una coraza o caparazón de placas óseas denominados osteodermos (Gardner, 2005). Todos los armadillos vivientes están agrupados en la Familia Dasypodidae (Gray, 1821) que poseen osteodermos y escamas de origen córneo; unidades agrupadas en un caparazón, un escudo cefálico y un estuche caudal protegiendo el cuerpo del animal a modo de armadura. El caparazón, de posición dorsal, se encuentra subdividido normalmente en dos escudos

denominados pélvico y escapular debido a su localización, articulados entre sí por un número variable de bandas móviles. El escudo o escudete cefálico protege la región frontal de la cabeza, mientras que un estuche caudal recubre la cola (excepto en el género *Cabassous*, McMurtrie, 1831).

La tribu Euphractini (Winge, 1923) está conformada por armadillos de tamaño pequeño a mediano que externamente se diferencian de otros quirquinchos por poseer una cabeza ancha con un hocico corto; el escudete cefálico es amplio con una muesca sobre las órbitas y se encuentra separado del escudo escapular por una única banda de escamas inmóviles o escutelos nucales; el caparazón posee pelos, al igual que los lados o el vientre del cuerpo; el margen anterior y ventral del escudo escapular posee dos líneas de escamas incompletas y pequeñas; el margen ventral del caparazón está compuesto por escamas redondeadas anteriormente y triangulares posteriormente (Gardner, 2005).

La presente Tesis se centró en las tres especies de eufractinos que poseen registros de presencia constante en la provincia en Mendoza: *Zaedyus pichiy* (Desmarest, 1804), *Chaetophractus villosus* (Desmarest, 1804) y *C. vellerosus* (Gray, 1865). Otros tres quirquinchos fueron mencionados para Mendoza –aunque no eufractinos– *Chlamyphorus truncatus* (Harlan, 1825), *Dasypus hybridus* (Desmarest, 1804) y *Tolypeutes matacus* (Desmarest, 1804), e incluso durante del presente estudio se registró una séptima especie, *Cabassous chacoensis* (Wetzel, 1980) en la frontera entre Mendoza y San Juan. El pichi ciego (*Ch. truncatus*) es un habitante de suelos arenosos del Espinal de hábitos fosoriales y nocturnos, con escasos registros y una alta dificultad de avistaje. La mulita pampeana *Dasypus hybridus* fue mencionada por Roig (1965) como un integrante del elenco de mamíferos de Mendoza, pero su presencia no se ha confirmado con posterioridad. El cabasú o quirquincho blanco (*Ca. chacoensis*), al igual que el mataco (*T. matacus*) son especies de ambientes del Chaco (Wetzel, 1985a), cuyos registros de presencia han sido ocasionales, bien por ser especies naturalmente raras o ingresos aislados provenientes de ecorregiones vecinas. A continuación se describen las especies seleccionadas para esta Tesis.

Magnorden Xenarthra (Cope, 1889)

Orden Cingulata (Illinger, 1811)

Familia Dasypodidae (Gray, 1821)

Subfamilia Euphractinae (Winge, 1923)

Tribu Euphractini (Winge, 1923)

Género *Zaedyus* (Ameghino, 1889)

Zaedyus pichiy (Desmarest, 1804)

Características. El piche patagónico, también llamado piche o blanquito (Figura 1.1.a) es la única especie viviente de su género, es un quirquincho de tamaño pequeño (largo de cabeza y cuerpo= 27 cm, peso promedio = 1000 g) que se distingue de las restantes especies por poseer osteodermos marginales del caparazón de forma puntiaguda y filosa; orejas muy cortas (13,4 mm en promedio); con una banda móvil completa en el límite anterior del escudo escapular; escutelo nugal con menos de cinco osteodermos y fórmula dentaria 8/9; presenta una línea de color más claro en el dorso del caparazón y escasos pelos en el cuerpo (Wetzel, 1985b; Gardner, 2005).

Distribución. Se encuentra en Argentina, en su distribución hacia el norte desde las provincias de Mendoza, San Luis y Buenos Aires y el este de Chile hasta el Estrecho de Magallanes al Sur (Gardner, 2005; Figura 1.2.a). Se distinguen dos subespecies en base a diferencias craneométricas: *Z. p. caurinus* (Thomas, 1928) con localidad tipo en Mendoza, se encuentra en el este de Chile y oeste de Argentina, desde Mendoza hasta Nahuel Huapi; *Z. p. pichiy* (Desmarest, 1804) con localidad tipo en Bahía Blanca, ocurre en el resto de Patagonia. Squarcia y Casenave (1999) compararon cráneos pertenecientes a ambas subespecies a través de 11 medidas craneométricas, confirmando que los cráneos de los ejemplares de *Z. p. caurinus* fueron más pequeños y con un rostro más corto que *Z. p. pichiy*.

Hábitats y ecología. Esta especie se encuentra en matorrales y pastizales xéricos como la Estepa Patagónica, siempre con suelos arenosos incluyendo suelo volcánico (Superina, 2008). Pueden encontrarse en ambientes relativamente degradados, sus poblaciones poseen un área de acción extensa dentro de los hábitats áridos que ocupan (Superina y Abba, 2011).

Género *Chaetophractus* (Fitzinger, 1871)

Este género posee tres especies que habitan desde La Puna de Chile y Bolivia y el Chaco de Argentina hasta el este de Chile, aproximadamente a 50°S (Gardner, 2005). Estas especies se distinguen externamente por poseer pelos dorsales abundantes que varían en color, orejas más cortas que *Euphractus* y más largas que *Zaedyus*; un escudete cefálico proporcionalmente más ancho y una banda separada y móvil en el margen anterior del escudo escapular; con fórmula dentaria 9/10 (Wetzel, 1985b).

Chaetophractus villosus (Desmarest, 1804)

Características. El quirquincho grande o peludo (Figura 1.1.b) es de tamaño mediano (largo de cabeza y cuerpo= 33 cm, peso promedio= 3000 g), los pelos del caparazón dorsal son de color negro; una cabeza ancha y robusta; los osteodermos del escudete cefálico poseen patrones de ornamentación; el margen posterior del escudete cefálico no es recto; las orejas son medianas y la cola es corta (Gardner, 2005).

Distribución. Se encuentra desde el Chaco en Bolivia, Paraguay y Argentina hasta la provincia de Santa Cruz del mismo país, desde Valparaíso y Bío Bío en Chile hasta Magallanes (Gardner, 2005; Figura 1.2.b). Se ha comprobado la introducción de esta especie en la Isla de Tierra del Fuego (Poljak *et al.*, 2007). Es un quirquincho escasamente observado en Mendoza en comparación con el piche patagónico (Videla, 1997). Es una especie mencionada como habitante del llano y piedemonte de Mendoza y ausente en los ambientes de montaña, ocupando los distritos zoogeográficos Pampásico, Subandino y norte del Patagónico (Roig, 1965) (Figura 1.2).

Hábitats y ecología. Se presenta en una amplia variedad de incluyendo pastizales de las Pampas, Chaco, Sabana y zonas boscosas. También se lo encuentra en cultivos (Abba *et al.*, 2007) y en hábitats con cierto grado de degradación (Abba *et al.*, 2010).



Figura 1.1. Especies de armadillos estudiadas en la presente investigación: a) *Zaedyus pichiy*, b) *Chaetophractus villosus* y c) *Chaetophractus vellerosus*. Fotografías cortesía de Guillermo De Bandi, Jorge Oyarce Kruger y Agustín Abba.

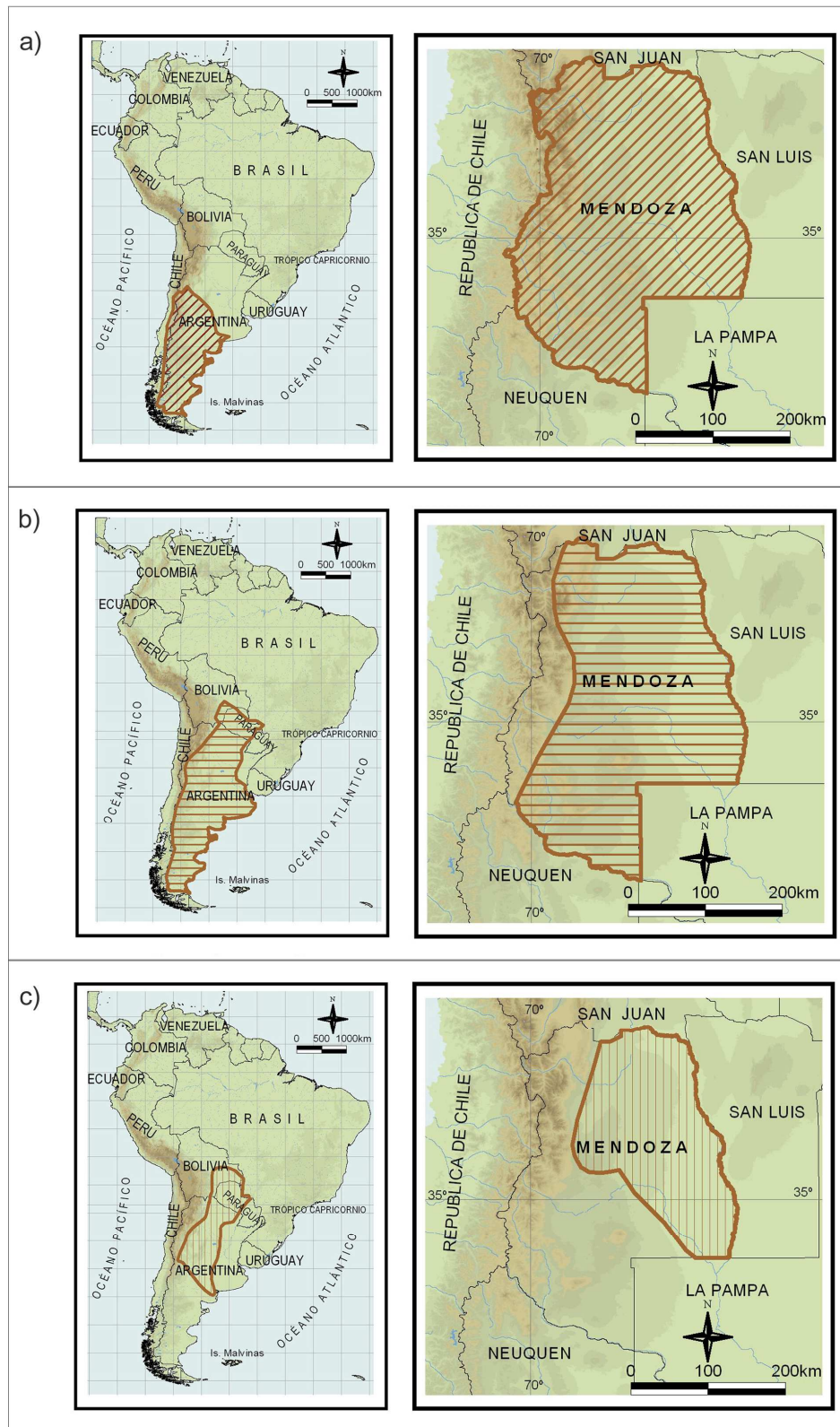


Figura 1.2 Rangos de distribución de a) *Zaedyus pichiy*, b) *Chaetophractus villosus* y c) *Chaetophractus vellerosus* en América del Sur (izquierda) y en la provincia de Mendoza (derecha). Modificado de IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) 2010 (www.iucnredlist.org).

***Chaetophractus vellerosus* (Gray, 1865)**

Características. El piche llorón o mulita (Figura 1.1.c) es el más pequeño de los armadillos eufractinos (largo de la cabeza y cuerpo= 255 mm, peso promedio= 800 g); los pelos del caparazón son de colores claros, con una gran densidad de pelos en el vientre y dorso; la cabeza es más estrecha, presenta largas orejas y cola más larga que *C. villosus*; el escudete cefálico posee un margen posterior recto (Gardner, 2005).

Distribución. Esta especie se distribuye desde el centro y oeste de Santa Cruz, Bolivia y el Chaco de Bolivia y oeste de Paraguay, hasta Punta de Tarapacá, Chile; en Argentina llegando a las provincias de Mendoza, San Luis y La Pampa hacia el Sur (Gardner, 2005; Figura 1.2.c). Existen localidades provenientes de colectas en las provincias de Río Negro y Santa Cruz, si bien estos registros son dudosos y antiguos, (Abba y Vizcaíno, 2008) que no coinciden con los límites actualmente estimados (Abba *et al.*, 2012.). Yepes (1928) reconoce dos subespecies: *C. v. pannosus* localizada en el centro y sur de su distribución, mientras que *C. v. vellerosus* (Gray, 1865) ocupa el noroeste de su distribución.

Chaetophractus vellerosus posee poblaciones disyuntas, la principal se encuentra en el noroeste y centro de Argentina, según Abba *et al.* (2011) su límite no supera los 62°50' en su extensión hacia el este y los 39°20' hacia el sur. Sin embargo, existen registros que sobrepasan dicha latitud (R. Torres *com. pers.*). La segunda población se encuentra hacia el este de la región pampeana, separada de la primera por unos 500 km (Abba *et al.*, 2011 y citas referidas).

Chaetophractus v. vellerosus es una subespecie asociada al los ambientes del Monte de Mendoza, donde no ha sido registrada en la ecorregión Patagónica ni los ambientes de montaña (Roig, 1965), ha sido considerado un elemento típico de los distritos zoogeográficos Subandino y Pampásico, que se consideró extinto para la región de Cuyo incluyendo Mendoza (Roig, 1988).

Hábitats y ecología. La población principal se encuentra en ambientes áridos que poseen suelo suelto y arenoso, tanto en regiones bajas como altas. Pueden encontrarse en ambientes con un grado relativo de degradación, como tierras aradas, campos de pasturas y cultivos (Abba *et al.*, 2010).

1.4. SITUACIÓN DE LAS ESPECIES Y EL AMBIENTE

1.4.1. Estado de conservación de las especies de armadillos

Los xenartros actuales presentan un modesto número de especies si se lo compara con otros grupos de mamíferos. Su rol en el funcionamiento de los ecosistemas, además de la antigüedad de este linaje obliga a prestar atención al estado de conservación ya que su situación es, como mínimo, preocupante (Aguiar y Fonseca, 2008). Entre las especies de xenartros que habitan en Argentina, un considerable porcentaje (38%) califica en alguna de las categorías de amenaza establecidas por IUCN (Díaz y Ojeda, 2000). El área considerada de mayor importancia para la conservación de los xenartros en Argentina se encuentra dentro de la Ecorregión del Chaco húmedo, bajo presión antrópica severa por procesos de deforestación (Tognelli *et al.*, 2011). Por otro lado, alrededor de 60% de la ecorregión del Monte está sujeta a pastoreo extensivo (Guevara *et al.*, 2009). En este marco resulta insuficiente el conocimiento acerca de los armadillos en el Monte como para una adecuada evaluación de su actual estado de conservación.

Los armadillos son intensamente cazados a lo largo de su rango de distribución habiéndose producido inclusive extinciones locales (Aguiar y Fonseca, 2008). La intensidad de cacería y extracción de sus hábitats naturales dependen de las situación económica y las costumbres locales. Se ha registrado el consumo de la carne de quirquincho, en otros casos éstos son incluidos en el comercio como mascotas, o bien su caparazón es utilizado para la fabricación de charangos (Noss *et al.*, 2008). Otra amenaza a las poblaciones de armadillos es el deterioro y la fragmentación de su hábitat natural, debido a ciertos usos de la tierra realizados por el hombre (Abba y Superina, 2010). La conversión de la tierra con fines agrícolas trae aparejada un conjunto de consecuencias como la remoción de la vegetación natural, el movimiento del suelo producido durante el arado y la apertura de nuevos caminos para el paso de vehículos (Aguiar y Fonseca, 2008).

Las poblaciones de *Z. pichiy* en Mendoza soportan una presión de caza furtiva con fines de consumo o bien de caza deportiva, seguida por la

degradación de su hábitat (Superina y Abba, 2010). Naturalmente escaso a lo largo de su rango de distribución, poco es lo que se sabe acerca de la tendencia de sus poblaciones y actualmente es calificada como especie Casi Amenazada (Superina y Abba, 2010; IUCN, 2012).

El estatus global de conservación actual de *C. villosus* y *C. vellerosus* es de Preocupación Menor (IUCN, 2011). Las respuestas de las poblaciones a cambios de su hábitat natural parecen ser impredecibles. Las poblaciones de *C. villosus* serían resilientes a la caza en Chaco y otras partes del país, ya que es una especie relativamente abundante a lo largo de su distribución, con tendencia poblacional aparentemente incremental (Abba y Superina, 2010). En la provincia de Buenos Aires, el peludo se encuentra negativamente relacionado a la intensidad de caza. Otras fuentes de mortalidad registradas para esta especie han sido las ocasionadas por perros, o bien embestidos por vehículos (Abba y Superina, 2010 y citas referidas).

Chaetophractus vellerosus es intensamente cazado por su carne y para obtener su caparazón utilizado en la construcción de charangos (Aguiar y Fonseca, 2008) especialmente por pueblos indígenas en algunas partes de la Región del Chaco de Bolivia (Cuéllar y Noss, 2003; Noss *et al.*, 2008). No obstante, en los alrededores de tierras labradas del Chaco paraguayo *C. vellerosus* se ha vuelto común, e inclusive ha sido perseguido como plaga agrícola durante los últimos 10 años. Esta situación es atribuible a una respuesta de tipo oportunista, por adaptación de esta especie a la presencia de cultivos como nueva fuente de alimento (Merriit, 2008). En la región de la Pampa Húmeda se detectó que la extracción de suelo por actividades mineras es un factor de perturbación del ambiente que afecta de modo negativo a las poblaciones de *C. vellerosus* (Abba, 2008; Abba *et al.*, 2010).

Si bien la provincia de Mendoza posee un marco legislativo que protege la fauna nativa, los armadillos continúan siendo cazados por su carne, situación que puede poner en riesgo a sus poblaciones por sobreexplotación. Los decomisos realizados por la Dirección de Recursos Naturales de Mendoza, mayormente llevados a cabo en la región de Malargüe, brindan una estimación sobre los armadillos cazados furtivamente que logran ser detectados. Sobre dichos datos se estima que el tamaño poblacional del piche patagónico se

encuentra en disminución (Superina, 2007). Por otro lado, el estado de conservación de las poblaciones de *C. villosus* y *C. vellerosus* en esta provincia no es conocido, tampoco se cuentan con antecedentes actuales acerca del estado de conservación de ambas especies. Roig (1988) postuló que *C. vellerosus* se extinguió desde el año 1930 en las provincias de Mendoza, San Juan, San Luis y parte de Córdoba. Sin embargo, durante el presente estudio se ha corroborado la presencia de esta especie en los Departamentos administrativos de Santa Rosa y Lavalle de Mendoza (Capítulo 5).

1.4.2. Estado de preservación del ambiente en el noreste de Mendoza

La región que abarcan las escalas de estudio a nivel de paisaje y local está ubicada al noreste de Mendoza, donde se analizaron los procesos de degradación del ambiente y sus principales consecuencias (Soria *et al.*, 2011). El déficit hídrico es el factor determinante de estos procesos, que como consecuencia de procesos naturales y/o antrópicos, trae aparejado a procesos de salinización en el suelo y disminución de la cobertura vegetal. La degradación ocurre debido a una disminución del caudal hidrológico de sus ríos afluentes, por su utilización aguas arriba, principalmente para riego de cultivos. A esta situación se suman condiciones naturales, como prolongados períodos de sequía, que profundizan los cambios ambientales del humedal. La tasa de degradación ambiental estimada en algunos sectores de Lavalle avanza a una velocidad entre 10 y 20 ha/año (Salomón *et al.*, 2005c).

Al estrés producido a causa del déficit hídrico de la región se suman presiones sobre sus recursos naturales, como la actividad ganadera y el uso del bosque como fuente de madera y leña (Soria *et al.*, 2011). Hasta finales del siglo XIX y comienzos del XX, en el área de estudio aun existían bosques discontinuos de algarrobo (*Prosopis* sp.). A comienzos del siglo XX comenzó la extracción de madera con el fin de la instalación de las líneas férreas, la producción de combustible y las varas para sostén de los viñedos. Esta extracción inició la fragmentación del bosque primitivo hasta el punto de conservarse en la actualidad sólo en forma de relictos (Soria *et al.*, 2011).

Los habitantes de esta región son mayormente rurales, con actividades de subsistencia basadas en la cría extensiva de ganado caprino y vacuno, en menor medida desarrollan la apicultura y las artesanías. La ganadería extensiva es una de las principales actividades económicas de la zona de los últimos 200 años. El acceso a infraestructuras y servicios básicos, tales como agua, energía eléctrica y gas es muy limitado (Soria *et al.*, 2011).

1.5. MARCO CONCEPTUAL TEÓRICO

1.5.1. Principios ecológicos relevantes para el presente trabajo

Hutchinson (1957) postuló el concepto de nicho ecológico como un modo de abordar los estudios sobre la interacción entre las especies y el ambiente que éstas ocupan. El nicho se define como un hipervolumen en un espacio multidimensional ecológico, decidido según las exigencias de la especie para reproducirse y sobrevivir. Cada dimensión representa una variable ambiental potencialmente importante para la persistencia de una especie. Las variables ambientales son tanto abióticas como bióticas, por lo tanto el concepto combina los requerimientos ecológicos de las especies con su rol funcional en la comunidad ecológica local. Los nichos ecológicos son dinámicos y la presencia de una especie puede obligar a otra especie a modificar la posición de su nicho específico dentro del espacio multidimensional.

A partir de estas relaciones se reconocen dos conceptos de nicho relacionados entre sí. El nicho fundamental de una especie es el volumen que posee las condiciones bióticas y abióticas favorables para su reproducción y supervivencia. Por otro lado, el concepto de nicho realizado abarca el espacio en donde las especies pueden persistir, incluyendo la presencia de otra especie competidora por los mismos recursos. Por lo tanto, el nicho realizado es un subconjunto del nicho fundamental, por ende siempre es más estrecho a lo largo de las dimensiones consideradas. De acuerdo con la formalización de

Hutchinson (1957), los nichos de especies diferentes pueden estar separados a lo largo de cualquiera de estas dimensiones o por una combinación de ellas.

Una aplicación derivada de la teoría del nicho ecológico es que especies ecológicamente similares no pueden coexistir, salvo que se diferencien en el uso de los recursos (Pianka, 1981). El solapamiento de nichos puede llevar a la exclusión competitiva entre especies (Volterra, 1926; Lotka, 1932; Gause, 1934) o éstas pueden evitarlo mediante mecanismos de partición de los recursos en común (Schoener, 1974; Diamond, 1978). Una de las relaciones que permiten la coexistencia entre especies y la optimización en el uso de los recursos es una selección diferencial de recursos entre las especies (Manly *et al.*, 1993).

Entre las adaptaciones de los animales que habitan las zonas áridas, en particular de los mamíferos de tamaño mediano tales como los armadillos, se encuentran estrategias comportamentales, morfológicas y fisiológicas relacionadas con el mantenimiento, dentro de límites críticos, de la temperatura y la hidratación corporal. Estas estrategias afectan la distribución espacial, el uso del hábitat, la búsqueda y el aprovechamiento del alimento dentro de los ambientes áridos, que ofrecen a su vez una disponibilidad de recursos escasa y fluctuante (Laity, 2008).

Dentro de las adaptaciones fisiológicas que evitan el riesgo de deshidratación, pueden mencionarse la obtención agua de los alimentos además de las fuentes de agua no metabólica, otro modo es la reducción de la pérdida de agua por concentración de los desechos metabólicos de la orina y las heces (Laity, 2008). Los hábitos crepusculares o nocturnos son comportamientos comunes de muchos animales de zonas áridas, inclusive con alternancia entre horarios nocturnos y diurnos en función de los cambios estacionales de temperatura.

El comportamiento semifosorial es otra estrategia de supervivencia a las condiciones de aridez, observada en diversos grupos animales, entre ellos los armadillos. Los mamíferos semifosoriales cavan en la tierra, pero también pasan mucho tiempo moviéndose sobre la superficie inclusive para la actividad de forrajeo (De Blase & Martin, 1981). La morfología, anatomía y fisiología de

estos animales semi-fosoriales es mucho menos especializada para la excavación que la de los fosoriales (De Blase y Martin, 1981; Hildebrand, 1988). Este comportamiento les brinda la ventaja de evitar o reducir el efecto de las fluctuaciones de temperatura ambiental (Kinlaw, 1999). En resumen, las estrategias comportamentales de los animales que habitan zonas áridas parecen centrarse en evitar las condiciones desérticas, desarrollando su mayor actividad (incluyendo la reproducción) durante la época más fresca, viviendo en cuevas subterráneas y presentando patrones de actividad crepusculares o nocturnos (Whitford, 2002).

1.5.2. Adaptaciones de los armadillos a las zonas áridas

Los armadillos poseen hábitos semifosoriales, este comportamiento estaría asociado a sus características fisiológicas y los ambientes abiertos en que viven (McNab, 1980; 1985; Abba, 2008). Esto favorecería su supervivencia en un amplio rango climático, desde desiertos de Sonora (Estados Unidos) hasta la Patagonia (Argentina y Chile). Los armadillos utilizan sus cuevas para una variedad de propósitos, dado que además de protegerse de las condiciones climáticas extremas las utilizan como ámbito seguro para la reproducción y vía de escape a predadores (McDonough y Loughry, 2008).

El piche patagónico es depredado por carnívoros aéreos como grandes rapaces (Pereyra Lobos *et al.*, 2011) además de mamíferos terrestres, algunos de ellos también utilizan las especies del género *Chaetophractus* (Novaro *et al.*, 2000; Zapata *et al.*, 2007). La posesión de un caparazón tendría beneficios directos sobre la protección contra predadores, además de reducir la superficie cutánea contacto con el ambiente, lo que ayudaría a evitar la deshidratación (McNab, 1985; Superina y Loughry, 2012).

Los armadillos poseen una hemoglobina con alta afinidad al oxígeno para un mamífero de su tamaño, además de una tolerancia a tasas bajas de oxígeno atmosférico, hasta la mitad de lo normal (Boggs *et al.*, 1998). Estas características fisiológicas tendrían relación con sus hábitos semifosoriales, su capacidad de termorregular y la posesión de un caparazón (Superina y Loughry, 2012).

Una estrategia generalista y oportunista en el uso de los recursos favorece la persistencia de una especie silvestre en los desiertos. Ligada a los hábitos generalistas está la supervivencia en tiempos de escasez de alimento, con un aprovechamiento integral de las fuentes de alimento para recuperar las reservas energéticas durante épocas de abundancia (Laity, 2008). Al respecto, los armadillos eufractinos han sido calificados como generalistas con tendencias carnívoras (Redford, 1985), que típicamente depredan sobre animales de poca capacidad calórica, lo que se traduce en una dieta pobre en energía (McNab, 1985).

Una investigación comparativa evidenció diferencias en el sistema excretor de *C. vellerosus* (Greegor, 1974). Esta especie presentó espesores medulares relativamente mayores y por lo tanto riñones más eficientes en la concentración de la orina, lo que probablemente esté relacionado al ambiente semiárido en el que viven (Greegor, 1974; 1985).

Los hábitos crepusculares o nocturnos son comportamientos comunes de muchos animales de zonas áridas, inclusive con alternancia entre horarios nocturnos y diurnos en función de los cambios estacionales de temperatura, como ocurre con *C. vellerosus* (Greegor, 1974; 1985; Abba *et al.*, 2011). El cuerpo cubierto de pocos pelos en relación a otros mamíferos y la presencia de un caparazón tendrían consecuencias fisiológicas y ecológicas (McNab, 1985). Los ritmos diarios de actividad estarían también relacionados con la homeotermia imperfecta de los armadillos. Aunque los quirquinchos pueden variar su producción de calor, no logran mantener la temperatura corporal dentro de un margen estrecho (McNab, 1980; 1985). *Zaedyus pichiy* es el único armadillo con capacidad comprobada de entrar en sopor diario (Roig, 1971) y en hibernación (Hatcher, 1903 citado en McNab, 1985) como adaptaciones metabólicas a las bajas temperaturas invernales y la escasa disponibilidad del alimento (Superina y Boily, 2007).

1.6. MARCO METODOLÓGICO

1.6.1. Enfoque multiescalar

La presente investigación asume que los procesos ecológicos que subyacen detrás de la distribución de los armadillos pueden analizarse sobre la respuesta de los quirquinchos a las condiciones ambientales. Las variables independientes se seleccionaron sobre la base de conceptos ecológicos vinculados a las distintas escalas espaciales (Wiens, 1989).

La selección de recursos suele ser específica de escala (Boyce, 2006) y puede presentarse en una secuencia jerárquica de decisiones (Kotliar y Wiens, 1990), lo que destaca la importancia de considerar la escala espacial como variable definida y explícita en los estudios ecológicos (Meentemeyer y Box, 1987). Contribuye a este enfoque un concepto derivado de la matemática geométrica, que asume al ambiente como un hiperespacio multidimensional del cual se pueden obtenerse datos de campo. Estos datos pueden ser analizados por métodos multivariados, de modo que el resultado integra más de una variable ambiental (Legendre y Legendre, 1998).

Los procesos ecológicos se consideran fenómenos organizados en el espacio y el tiempo, los datos pertenecientes a un estudio son representaciones de una de las posibles realizaciones de un proceso dinámico y estocástico (Legendre y Legendre, 1998). Los datos colectados, su variación y sus parámetros poblacionales pueden inferirse a través de modelos, cuya aproximación asume una serie de supuestos. Un supuesto considera que la población estudiada es mayor que la población muestreada; otra asunción se basa en que los datos asociados con cada ubicación en el espacio no son fijos sino aleatorios, puesto que la superficie geográfica muestreada es una representación de la estimada. Según los modelos, incluso si la población entera puede ser observada permanecerá un grado de incertidumbre con respecto a los parámetros de dicho modelo (Legendre y Legendre, 1998).

El concepto del nicho fundamental de Hutchinson (1957, 1965) es una aplicación matemática geométrica: las variables críticas en la existencia de una especie pueden interpretarse como ejes ortogonales de un espacio multidimensional. Para cada eje hay un conjunto de condiciones limitantes dentro de las cuales la especie puede existir y que definen el hiperespacio del nicho, los ejes espaciales del nicho fundamental describen la distribución geográfica de la especie en cuestión.

La teoría de jerarquía (Simon, 1962; O'Neill *et al.*, 1991) propone que el ambiente está primariamente estructurado por procesos físicos que actúan a amplia escala, creando gradientes en el ambiente físico, dentro del que pueden distinguirse zonas homogéneas o parches de ecosistemas separados entre sí por zonas discontinuas denominadas interfases (Jasik, 1986). Los procesos a gran escala permiten respuestas similares dentro de los sistemas biológicos, a su vez la heterogeneidad espacial dada por los parches suele ser también funcional a esos ecosistemas. Turner *et al.* (2001) definen la teoría de jerarquía como un sistema con niveles interconectados, que operan a través de escalas espaciales y temporales diferentes. Las relaciones entre los niveles son unidireccionales, siendo los niveles mayores los que constriñen a los menores en distinto grado. Aplicando estos conceptos es cuando los procesos ecológicos tendrán una importancia relativa a la escala espacial.

La selección de variables incluidas en la presente Tesis se efectuó sobre los supuestos teóricos de la teoría de la jerarquía más influyentes de acuerdo a la escala. En este marco, las variables abióticas como el clima pueden considerarse que tendrán importancia a niveles mayores que los factores bióticos (Pearson y Dawson, 2003). Los dominios de escala son definidos sobre las variables dominantes o de control de la distribución de las especies. Un supuesto asumido en los dominios de escala implica que en áreas de gran extensión la resolución de datos es baja, por el contrario áreas más pequeñas se asocian con una resolución de datos más alta. Dependiendo de los objetivos analizados y condiciones particulares del área se completa la definición de las variables, los que pueden relativizar la importancia de las mismas.

El modelo de control ambiental (Whittaker, 1956; Hutchinson, 1957) plantea que la distribución de una especie es el resultado de acciones

combinadas de varias fuerzas, alguna de las cuales son externas –como las características ambientales– mientras que otras son intrínsecas, relacionadas a su dinámica poblacional o interacción entre comunidades. Son este tipo de fuerzas que, junto a los eventos históricos, generan los patrones espaciales de las comunidades y poblaciones.

Las investigaciones sobre los patrones o procesos ecológicos que incluyan modelizaciones espaciales pueden diseñarse considerando distintas escalas de análisis. Debido a que cada estudio realizado a una escala diferente resalta distintos procesos ecológicos de acuerdo a la escala, no es adecuado extrapolar las conclusiones entre escalas. Por otra parte, los disturbios naturales o antrópicos suelen actuar a mayor escala que la definida en una investigación ecológica. El enfoque espacial a través de un estudio multiescalar resulta uno de los mayores retos actuales en ecología y un acercamiento recomendado (Legendre y Legendre, 1998).

1.6.2. Análisis espacial

Buzai (1999) observa la aplicación de la informática al tratado de datos espaciales, describiendo un cambio de paradigma en las ciencias que incorporan el espacio como estudio. El mundo real se organiza como un sistema complejo en el cual pueden determinarse elementos y relaciones en diferentes niveles de resolución. El hombre crea un modelo del mundo real, donde los objetos y relaciones reales pasan a ser objetos y relaciones representadas. El espacio como modelo conceptual se incorpora al ambiente de la informática para su tratamiento y análisis. Sobre estos modelos se aplican procedimientos técnicos, como la codificación de datos alfanuméricos o la geocodificación de entidades gráficas. De esta forma, se efectiviza el pasaje del modelo conceptual al modelo digital de la realidad.

Los Sistemas de Información Geográfica se definen como sistemas de *hardware*, *software* y los procedimientos elaborados para facilitar la obtención, administración, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos referenciados espacialmente (Goodchild y Kemp, 1990).

El modelado de distribución de especies se considera una herramienta desarrollada para estimar áreas idóneas de su presencia (Guisan y Thuiller, 2005), especialmente en las que se tiene información incompleta sobre su presencia. En ecología, el hábitat idóneo de una especie se define como aquellas áreas donde las condiciones satisfacen sus necesidades de alimentación, refugio y reproducción (Turner *et al.*, 2001). Estos modelos delimitan la distribución espacial de una especie utilizando de base el mapeo de las variables ambientales en las que ésta se encuentra presente (Franklin, 1995). Por lo tanto, los modelos de distribución son representaciones de la idoneidad del espacio que permita la presencia de una especie. Para estimar dicha idoneidad se utiliza una relación algorítmica entre la distribución real conocida y un conjunto de variables independientes. Aquellas variables independientes mejor asociadas pueden ser indicadores de dicha idoneidad (Mateo *et al.*, 2011).

Para el caso de la delimitación de asociaciones vegetales que conforman determinada comunidad, el modelado se basa en datos de presencia de una especie en particular y la ausencia de otras, lo que permite la aplicación de modelos binarios. En cambio, en la delimitación de la distribución de una especie vágil sólo pueden asegurarse datos de su presencia (Yost *et al.*, 2008 y citas referidas). Para estos casos, la estimación basada en los algoritmos de máxima entropía como el programa Maxent (Phillips *et al.*, 2004; 2006) provee resultados satisfactorios. Para resolver la imposibilidad de tener ausencias, el programa selecciona puntos espaciales que no coinciden con las localizaciones de los individuos, o píxeles del fondo, denominados pseudoausencias. Sus parámetros afectan la precisión del modelo, determinando el tipo y la complejidad de las relaciones entre las especies y el ambiente que el modelo aspire a detectar.

La aplicación de los modelos de distribución de especies, junto a una interpretación basada en un marco ecológico definido, mejora la comprensión de los métodos subyacentes a la distribución de una especie. La interpretación de las relaciones entre las especies y el ambiente aporta bases a las decisiones y futuras acciones que impliquen los recursos del ambiente estudiado, tales como la selección de áreas de prioridad para la conservación de las especies.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS GENERALES

2.1. DISEÑO DEL ANÁLISIS MULTIESCALAR

Las distribuciones espaciales de *Zaedyus pichiy*, *Chaetophractus villosus* y *C. vellerosus* en el presente estudio han sido analizadas en tres escalas, que de acuerdo a su resolución pueden denominarse regional, de paisaje y local (Figura 2.1).

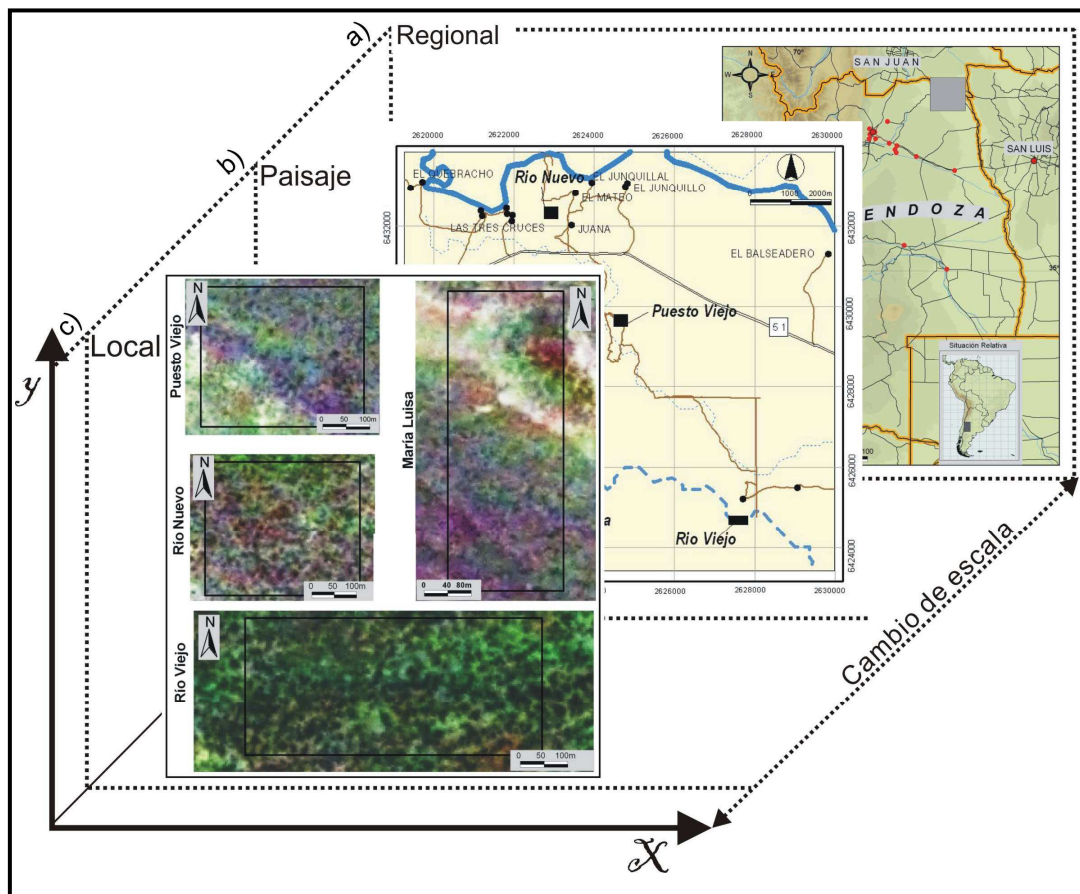


Figura 2.1 Recortes de las escalas del estudio: a) escala regional abarcando la provincia de Mendoza, b) la escala de paisaje y c) la escala local.

La escala regional abarcó una superficie de 150.839 km², cuyos límites concuerdan con las fronteras administrativas de la provincia de Mendoza. Los dos restantes análisis se centraron en una región localizada al noreste de Mendoza, dentro del Departamento Administrativo de Lavalle. La escala de

paisaje quedó definida por un rectángulo de 154,7 km² de superficie, que abarcó desde la ribera del río San Juan hasta los médanos y salitrales localizados 10 km hacia el Sur. La escala local estuvo compuesta por cuatro parcelas de muestreo localizadas dentro del área correspondiente a la escala de paisaje, que en conjunto cubrieron una superficie de 0,4 km².

2.1.1. Escala regional

La escala cartográfica para el estudio en Mendoza se definió en 1:1.000.000 (Figura 2.2), donde se analizó la distribución de las localidades de colecta y avistaje del piche patagónico, el peludo y el piche llorón y su relación con la variabilidad ambiental que ofrece la provincia (Capítulo 5). La delimitación del área estimada para la distribución actual de cada una de estas especies facilitó la focalización del estudio en ambientes que se identificaron como compartidos por las tres especies, sobre los cuales se seleccionaron las subsiguientes escalas de análisis.

Situada en el centro-oeste argentino al pie de la Cordillera de los Andes, Mendoza se extiende entre los 32° y 37°35' de latitud sur y los 66°30' y 70°35' de longitud Oeste (IGN, 2004). Localizada en la zona templada, Mendoza posee de clima mediterráneo y continental, árido a semiárido, con un promedio de precipitaciones de 250 mm (Roig, 1982). Se reconocen en Mendoza tres regiones morfoclimáticas en base a su relieve, las masas de aire marítimo dominantes de la región, el tipo y época del año en que se producen las precipitaciones y el balance hídrico. Estas regiones son: las montañas andinas hacia el Oeste; las planicies en el centro y Este conformadas por piedemontes y llanuras y la Patagonia extra-andina, compuesta por las mesetas y volcanes de Payunia (Capitanelli, 1972). De la superficie total de la provincia, entre un 2,5 a 4% está ocupado por los denominados oasis productivos, que son áreas modificadas por acción del hombre cuya vegetación ha sido diferenciada por riego proveniente del aprovechamiento del agua de los ríos (Soria *et al.*, 2011).

Mendoza posee un clima regulado por la presencia de la Cordillera de los Andes, la cual incide sobre el movimiento de masas de aire y la distribución

de las precipitaciones (Capitanelli, 1972). Se reconoce un abanico de climas presentes en la provincia desde el húmedo hasta el hiperárido, en función del índice de aridez definido como la razón entre las precipitaciones anuales y la evapotranspiración (UNEP, 1992) (Figura 2.1).

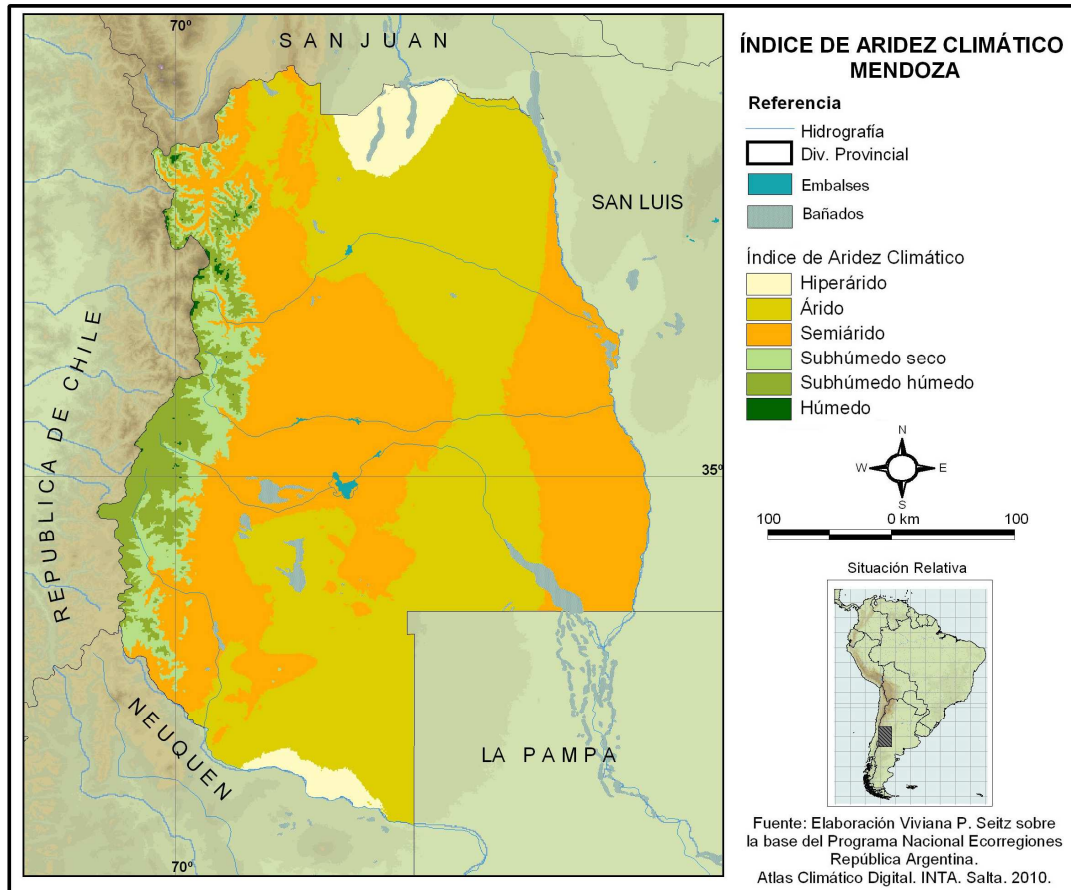


Figura 2.2. Valores anuales promedio del índice de aridez (precipitación/ evapotranspiración) para la provincia de Mendoza, según UNEP (1992).

La zona montañosa de la provincia abarca un 27% de la superficie y se corresponde a un régimen húmedo-subhúmedo. Un 2% corresponde al clima hiperárido, localizado en el área glaciar de alta montaña. La región del piedemonte y llanuras del Este abarcan el 72% de la superficie de Mendoza y se corresponde con un régimen árido (Atlas SIGDesert, 2012).

La dinámica árida, que se compone de cortos ciclos de intensas lluvias alternados con sequías prolongadas, se diversifica espacialmente debido a la superposición de precipitaciones de origen convectivo. Los ciclos de temperaturas estacionales e interanuales también son altamente variables,

causando un estrés crónico en la vegetación y una respuesta en su fauna asociada (Atlas SIGDesert, 2012).

2.1.2. Escala de paisaje

La segunda parte de este estudio correspondió a un ambiente perteneciente a la ecorregión del Monte, ubicado en el noreste de Mendoza dentro del departamento de Lavallo (Figura 2.3). La elección de esta área fue parte de un resultado del análisis regional, en el cual se estimó como compartida por las tres especies en primer lugar y que posteriormente fue recorrida hasta seleccionar el área de estudio aquí detallada. Se trabajó a escala cartográfica de 1:68.000, en el área seleccionada se llevaron a cabo análisis de distribución de las tres especies sobre la base de avistajes y capturas de ejemplares dentro de sectores de muestreo (Capítulo 6).

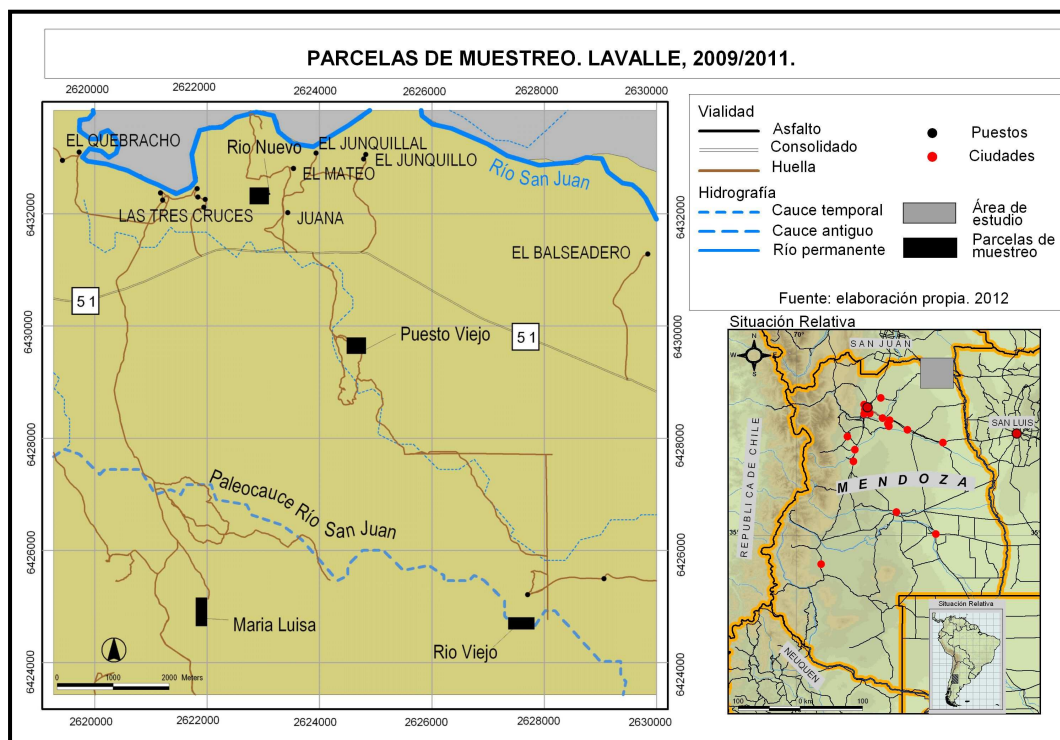


Figura 2.3. Carta del área de estudio correspondiente a la escala de paisaje, con las cuatro parcelas de monitoreo.

El área de estudio a nivel de paisaje correspondió íntegramente a la gran llanura aluvial del este de Mendoza, con alturas no mayores de 600 msnm. El

paisaje, marcado por procesos eólicos y fluviales, está compuesto por grandes cadenas de médanos móviles y semifijos por efecto de la vegetación, depresiones intermedanasas, cauces y paleocauces de grandes ríos alóctonos y un sistema de lagunas y bañados que ocupa los bordes de esta cuenca de sedimentación (Soria *et al.*, 2011).

El clima de Lavalle es tipo desértico, con una precipitación media anual entre 103,7 y 81,2 mm (estaciones meteorológicas de Encón y El Retamo respectivamente, Anexo I). En la época fría la temperatura mínima absoluta es de -10° C, mientras que en la época cálida la temperatura máxima absoluta es de 48° C y el sedimento del suelo registra más de 60° C a causa de la elevada heliofanía.

Hasta hace aproximadamente 70 años el ambiente de estudio estuvo compuesto por un sistema lagunar de transición, localizado entre dos sistemas de lagunas y bañados: al Noroeste el sistema Rosario-Guanacache, con lagunas alimentadas por los ríos San Juan y Mendoza y hacia el Este el sistema del río Desaguadero, en el borde oriental de su cuenca (Abraham y Prieto, 1991). Actualmente el sistema sólo recibe esporádicos aportes de dichos ríos, debido a la creación de diques y embalses aguas arriba con fines energéticos y productivos.

El estudio realizado por Soria *et al.* (2011) resume las principales características del paisaje de la zona. Los suelos califican como entisoles, con escaso desarrollo debido a la influencia de clima árido. Son suelos ligeramente salinos, a veces sódicos, que pueden tener carbonato de calcio y yeso en la superficie.

La vegetación es la característica del Monte de Llanuras y Mesetas, representada por tres comunidades vegetales: a) una estepa de arbustos dominada por zigofiláceas del género *Larrea*, b) una estepa edáfica de halófitas y c) un bosque abierto de tipo edáfico azonal dominado *Prosopis flexuosa*. Este bosque de algarrobos posee una remarcada importancia en la representación del Monte, debido a sus muchas interacciones biológicas. Mientras la estepa de arbustos está regida por clima árido y semiárido regulada por la salinidad del suelo, el desarrollo del bosque depende de la disponibilidad hídrica subterránea, ya que adquieren agua de las napas freáticas.

A pesar de su marcada aridez, en esta región existe una gran diversidad biológica, con especies de flora y fauna endémicas –muchas caracterizadas como vulnerables según IUCN– y valores culturales y paisajísticos de importante riqueza patrimonial.

Las únicas urbanizaciones en los alrededores son los pequeños pueblos El Puerto y San Miguel de los Sauces, que conjuntamente a los caseríos de Tres Cruces y Las Carpas, suman alrededor de 240 habitantes en total, según el Censo del año 2010. Ambos pueblos cuentan con el servicio básico de educación, mientras que el servicio de salud es escaso y deficiente, tienen postas sanitarias de emergencia y servicios sociales muy básicos.

2.1.3. Escala local

La tercera escala definida en este estudio se desarrolló en cuatro parcelas de muestreo seleccionadas dentro del marco definido en la escala de paisaje (Figura 2.3). En las parcelas de muestreo se trabajó a una escala cartográfica de 1:3.500 para el análisis de la distribución espacial de los signos de armadillos y su relación con variables físicas y biológicas del hábitat.

Con objeto de seleccionar parcelas representantes de la variabilidad ambiental observada, se realizaron prospecciones en el terreno y análisis de la información espacial sobre SIG, etapas que se detallan a continuación.

2.1.3.i. Selección de las parcelas de muestreo

Como primer paso se realizó una interpretación de imágenes satelitales del área de estudio incluyendo análisis de correlación del índice de cobertura vegetal (SAVI), la morfología del terreno (IHS) y la topografía.

Se identificaron las zonas potenciales de análisis que compartían valores similares y también aquellas más dispares. Las mismas fueron recorridas en vehículo de doble tracción, a caballo y a pie en diferentes épocas durante el año 2009. Sobre estas zonas se realizó un primer relevamiento del paisaje y se constató la presencia de los armadillos a través de captura y liberación de individuos. Los recorridos se realizaron en compañía de pobladores locales,

que brindaron información histórica acerca de la propiedad comunitaria y del uso antrópico del territorio, esencial al momento de diseñar un estudio a largo plazo.

El siguiente paso fue el establecimiento de las cuatro parcelas de muestreo, para lo que se utilizó la información de terreno colectada y expresada sobre plataforma SIG. Las zonas de prioridad fueron aquellas donde se capturaron las tres especies de quirquinchos. El estudio comenzó en dos parcelas que cumplieron con este requisito, localizadas ambas en médanos de mediana altura, seleccionándose píxeles con valores similares en los índices SAVI e IHS.

Posteriormente se observaron zonas donde se registraron signos de actividad de quirquinchos, aunque no se capturaron la totalidad de las especies. Estas zonas resultaron disímiles al ambiente de médanos, por lo que se decidió ajustar el diseño de muestreo inicial adicionando dos nuevas parcelas. Por lo tanto, se trabajó en dos parcelas sin diferencias significativas en sus índices de regresión SAVI e IHS, que representaron el ambiente de médanos y se muestrearon durante un mayor período de tiempo, y dos parcelas significativamente distintas en dichos índices, que fueron muestreadas durante un lapso menor. De este modo se aseguró la representatividad de la heterogeneidad ambiental del área de estudio, al incluir hábitats contrastantes habitados por quirquinchos. Por otro lado, al duplicarse el número de parcelas de muestreo fue posible resolver el problema de la escasez de individuos capturados durante el primer año de estudio.

2.1.3.ii. Caracterización de las parcelas de muestreo

En cada parcela se efectuaron relevamientos semejantes, trazando sobre la imagen digital una cuadrícula con 36 intersecciones que se localizaron y marcaron espacialmente en el terreno (Figura 2.4). Las 144 intersecciones totales constituyeron los puntos básicos de muestreo del ambiente, a los que se añadieron otros 12 puntos seleccionados por diseño dirigido por poseer particularidades fisiográficas. En todos ellos se realizaron muestreos fisiográficos, florísticos, edáficos y faunísticos, cuyos resultados se obtienen en el Anexo II.

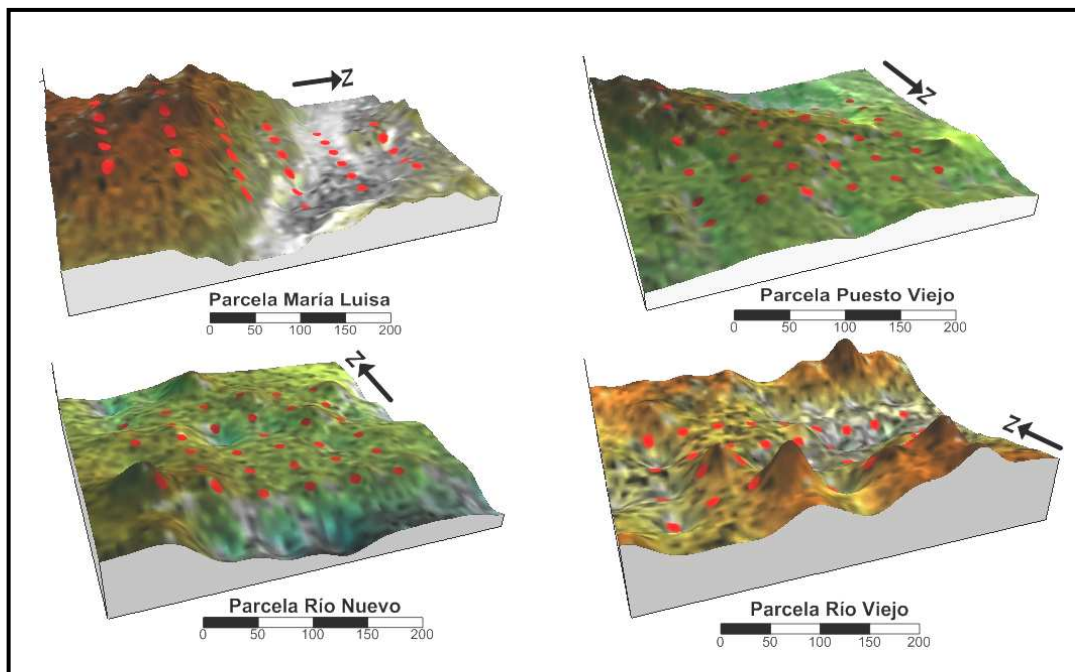


Figura 2.4. Diagramas de cotas de altura de las cuatro parcelas de análisis, en ellos se representan los puntos de muestreo sobre imagen satelital *Landsat*.

Parcela María Luisa. Corresponde al ambiente de médanos, se encuentra a 8,3 km del río San Juan y 6,3 km del puesto más cercano. Alrededor de esta parcela se registraron campamentos de caza furtiva; uno de ellos utilizado frecuentemente en las épocas de verano. Cerca de esta parcela se registró un nido de águila coronada (*Harpyhaliaetus coronatus* Vieillot, 1817), habitado por dos ejemplares, bajo el cual se colectaron caparazones completos y fragmentos pertenecientes a *Z. pichiy*. Las carcasas enteras no

superaron los 10 cm de longitud. Esta parcela comenzó a muestrearse en marzo de 2010.

Parcela Puesto Viejo. Corresponde al ambiente de médanos, está localizada a 3,9 km del Río San Juan y 3,15 km del puesto ganadero más cercano. Comenzó a muestrearse en marzo de 2010.

Parcela Río Viejo. Se ubicó en un paleocauce a 4,8 km del puesto habitado más cercano y 8,3 km al sur del río San Juan, siendo un sistema inactivo derivado de dicho río. Comenzó a muestrearse en octubre de 2010.

Parcela Río Nuevo. Se localizó a 1 km del río San Juan, en médanos ribereños depositados por su dinámica fluvial. Se ubicó a 300 m del puesto más cercano, con tránsito de cabras al menos dos veces al día. Comenzó a muestrearse en febrero de 2011.

2.2. Aplicación de Sistemas de Información Geográfica

Los análisis espaciales y escalares realizados en esta investigación se basan fundamentalmente en técnicas de SIG, incluyendo modelos de distribución de especies. Independientemente de la escala espacial, el diseño del análisis comprendió tres pasos principales: 1) la recolección de datos de presencia de las especies de quirquinchos, que representaron las variables dependientes, 2) la obtención de datos ambientales físicos y biológicos como variables independientes y 3) el procesamiento de la información en el ámbito de los SIG. Este último paso constó a su vez de cuatro fases: 3a) la entrada de datos, 3b) el manejo de las bases de datos, 3c) el análisis espacial de la distribución de las localidades de registro de los armadillos, 3d) el diseño gráfico y la generación de productos cartográficos (Figura 2.5).

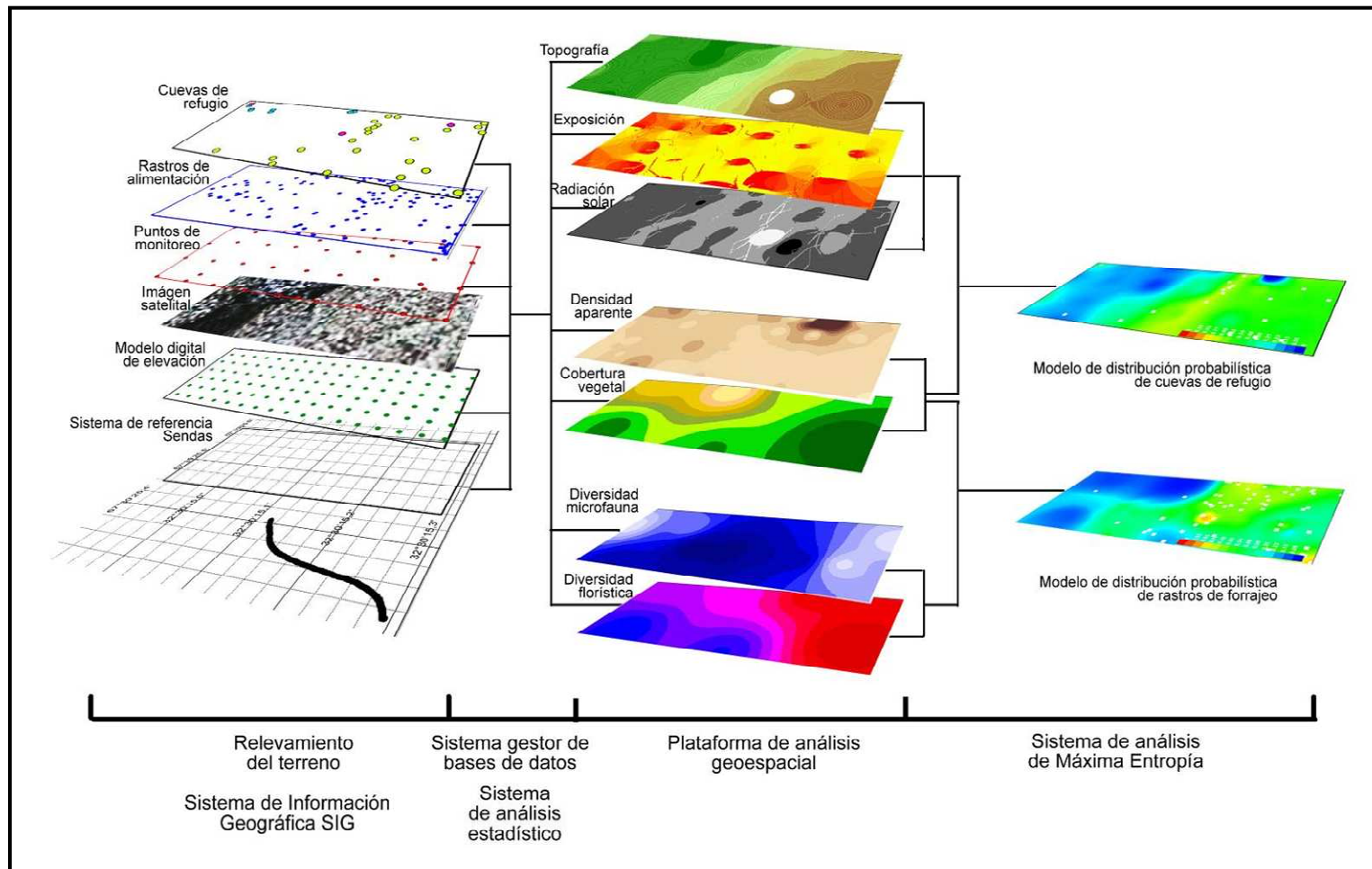


Figura 2.5. Esquema del modelo lógico de los SIG utilizados para los análisis a escala de paisaje y local. La figura representa, a modo de ejemplo, las capas de la distribución de los signos de actividad de los armadillos en la parcela María Luisa.

2.2.1. Fuentes de datos

2.2.1.i. Recolección de datos de presencia de las especies

El primer paso fue la colecta de datos de presencia de los quirquinchos que tuvieran coordenadas geográficas de fuente confiable. Los datos de presencia constaron de colectas y avistajes de individuos de las tres especies, como así también de sus signos de actividad. Las coordenadas geográficas se trabajaron en formato decimal, por ser el lenguaje que los programas de modelado interpretan.

Las localidades recopiladas de los museos o colecciones mastozoológicas utilizadas para el análisis en escala regional y que presentaban cierta antigüedad se georreferenciaron sobre cartas geográficas digitales. Los datos de individuos y signos de actividad colectados en el campo fueron registrados con GPS *Garmin Legend Etrex* (error de posicionamiento $\epsilon_p = \pm 5$ m) sobre Datum WGS84.

2.2.1.ii. Obtención de datos ambientales

Las variables ambientales provinieron de diferentes fuentes con distintos formatos, desde datos crudos colectados en el terreno, hasta datos procesados provenientes de bases de datos institucionales nacionales e internacionales.

Las variables climáticas y la elevación del terreno como covariable de las mismas se obtuvieron a partir de la base de datos mundial *WorldClim* (www.worldclim.org, Hijmans *et al.*, 2005). Estas variables provienen de datos meteorológicos mundiales, colectados entre los años 1950 al 2000. La caracterización edafológica se extrajo del análisis realizado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Moscatelli *et al.*, 1990), la cual consta de 30 clases discretas de suelo definidas por la naturaleza del sedimento, originalmente con formato vectorial y a escala 1:500.000.

Las ecorregiones se vectorizaron de acuerdo con la categorización de la Administración de Parques Nacionales (Burkart *et al.*, 1999). Esta variable no toma en cuenta información biogeográfica de origen histórico ni cambios inducidos por la presencia humana. Al igual que la clasificación edafológica, las ecorregiones se interpretaron como variable categórica.

La variable de cobertura vegetal se obtuvo de dos fuentes de información, según la escala de análisis. Para las escalas regional y de paisaje se utilizó el índice de vegetación ajustado al suelo (SAVI), aplicado para la situación de la vegetación en mayo 2005 (Atlas SIGDesert, 2012). Para la escala local, se colectaron datos de cobertura en las parcelas de muestreo (Anexo II). Se representaron 10 clases discretas de cobertura que abarcaron desde suelo desnudo (0% de cubierta vegetal) hasta el 100% de cobertura, correspondiente a los oasis cultivados para la escala regional, o a la rivera del río para las escalas de paisaje y local.

El modelo de elevación del terreno brindó información altimétrica, de exposición, de pendiente y radiación solar (Atlas SIGDesert, 2012). Este modelo se generó a partir de información base de las mediciones topográficas realizadas mediante la tecnología de interferometría de radar a una resolución de 60 m. Sobre esos puntos se realizó un análisis estadístico descriptivo y el cálculo de modelos digitales de elevación del terreno.

Para la escala local se realizaron muestreos ambientales sobre las parcelas de muestreo que incluyeron variables de escala (densidad aparente del suelo, cobertura vegetal, diversidad microfaunística, diversidad florística) y nominales (textura del suelo, fisiografía).

2.2.1.iii. Obtención de datos meteorológicos

Se contó con los datos meteorológicos de la red ambiental IADIZA-Conicet, en especial de la estación meteorológica El Mateo localizada dentro de la zona de estudio a escala de paisaje, a 200 metros de distancia de la parcela Río Nuevo. Se realizó un Anexo con los datos periódicos de meteorología que abarca el período del presente estudio (Anexo I).

2.2.2. Gestión y análisis de la información espacial en SIG

Los SIG son en esencia, modelos o representaciones simplificadas de una parte del mundo real. Las cinco fases –la entrada de datos, el manejo de bases de datos, el análisis espacial, el diseño gráfico y visualización y la generación de productos– tienen como función final el almacenamiento, gestión, análisis y salida de la información, a fin de lograr en este caso, su interpretación y aplicación biológica.

2.2.2.i. Entrada de datos

Los datos colectados, que tuvieron numerosos formatos y orígenes, pudieron agruparse en: i) datos espaciales (tales como las coordenadas geográficas obtenidas mediante GPS o imágenes satelitales) y ii) datos cuali o cuantitativos (tales como dureza de suelo o diversidad florística). Luego de compilar la información en tablas, se codificaron los campos cualitativos.

2.2.2.ii. Gestión de datos

La gestión de la información se realizó sobre bases de datos, definidas como una colección de tablas almacenadas de forma estructurada. Las interrelaciones que existen entre diferentes conjunto de datos –o campos– pueden ser utilizados por el sistema gestor de la base de datos para su manipulación y recuperación (Healey, 1991). El sistema gestor de la base de datos es un conjunto de programas que controlan las interacciones entre las bases y los programas de aplicación. Se utilizó como *software* administrador *MS Access 2000* (Microsoft, Redmond), como *software* de análisis estadístico a *SPSS Statistics 20* (IBM, 2000) y como procesador digital de imágenes y plataforma de manejo de la información espacial a *Arcview 3.2* (ESRI, 1999). Estos tres programas se aplicaron para generar un sistema de información geográfica sin ambigüedades y originar las variables ambientales. Dichas variables recrearon el espacio donde se analizó la distribución espacial de las localidades de captura y registro de armadillos a través de una cuarta

plataforma, el modelo de máxima entropía Maxent (Figura 2.5).

Las bases de datos utilizadas, nacionales o internacionales, disponen de información espacial previamente analizada, por lo que sus aplicaciones en SIG fueron directas –previa transformación al formato y la resolución buscados–. En cambio, para manejar los datos colectados en el terreno se crearon bases de datos. Para ello, como paso inicial se diseñó la base de modo lógico, con el fin de aseverar todas las interrelaciones entre los conjuntos de datos almacenados, creando un modelo de entidad-relación (Chen, 1976). Estas bases de datos relacionales (Cod, 1970; 1979) contienen registros u objetos espaciales (filas) y campos (columnas), que representan los atributos de los objetos. Cada registro es referido con un identificador en una columna clave, de modo que se evitan duplicaciones, incoherencias y redundancias en los registros. Se establecieron las categorías a representar para los objetos espaciales agrupados: armadillos (individuos, signos de actividad, ítems alimentarios) y ambiente (vegetación, topografía, microfauna, suelo) (Tabla 2.1; Anexo III).

Las características temáticas de cada objeto vectorial fueron almacenadas en forma de atributos. Para construir las representaciones vectoriales se crearon tablas de salida con la información de pertenencia en la base de datos, las coordenadas geográficas (X, Y) y el atributo que se quiso representar (Z).

Independientemente de su origen o formato, todas las variables se transformaron a una grilla de intercambio de información y almacenamiento con formato ASCII. Las variables representadas en grillas se homogeneizaron a un tamaño de píxel fijo y un número constante de columnas y filas, de acuerdo a la escala para la que fue seleccionada. Para el enfoque regional de escala 1:1.000.000 se seleccionó una resolución de 30" x 30", con coberturas de 565 columnas y 805 filas. Para el análisis realizado a escala de paisaje (con escala cartográfica 1:50.000) se seleccionó una resolución de 10 m y sus grillas fueron de 431 columnas y 418 filas.

Tabla 2.1. Bases de datos dinámicas generadas con datos colectados en el terreno. Se expresa el tipo de información relacionada, el número de tablas, el número de relaciones y el total de registros.

Descripción	Tablas	Relaciones	Datos de estudio
BD_Individuos			
Colecta la información de los individuos capturados y avistados, descripción de la transecta a la que están asociados y características ambientales del registro.	12	10	93 individuos
BD_signos			
Reúne información espacial y temporal referida a los signos de actividad de los armadillos	22	20	372 signos
BD_dieta			
Colecta la información de los individuos capturados y avistados, descripción de la transecta a la que están asociados y características ambientales del registro.	5	4	66 muestras
BD_relevamiento			
Colecta la información integral referida al paisaje y el ambiente.	21	21	156 puntos de muestreo
BD_vegetación			
Reúne la información de las definiciones florísticas.	15	13	156 puntos de muestreo
BD_suelo			
Relaciona datos de la densidad del terreno, textura, fotografías de los puntos de muestreo, datos de temperatura y humedad del suelo, datos del período de estudio de la estación meteorológica más cercana.	5	3	72 puntos de muestreo
BD_suelo			
Recauda los datos del muestreo de la microfauna, las clasificaciones taxonómicas de los ejemplares capturados, los datos temporales del muestreo.	25	25	70 trampas de caída

Para las observaciones a escala local –con escala cartográfica 1:3.500– la resolución estuvo fijada en 1 m, con dos tamaños de grilla de acuerdo a la forma de la parcela: 197 columnas por 509 filas para las parcelas María Luisa y Río Viejo, o bien 344 columnas por 295 filas para las parcelas Puesto Viejo y Río Nuevo.

Las variables continuas se interpolaron utilizando la distancia inversa ponderada, método que utiliza los promedios de los valores de entrada y asume que cada punto posee una influencia local que disminuye con la distancia. Los resultados de los valores de las celdas no superan los límites máximos y mínimos establecidos en los puntos de entrada del análisis (Barrientos, sin fecha). Los parámetros de ajuste se configuraron siguiendo el método estadístico del vecino más cercano, utilizando 12 píxeles vecinos, una potencia valor 2 y el marco de la parcela como barrera.

Por otro lado, las variables discretas se combinaron y utilizaron para ajustar los modelos IHS y de elevación del terreno. El Anexo III presentado al final de esta Tesis expone las tablas y relaciones de cada base de datos generada para la presente investigación.

2.2.2.iii. Análisis espacial a través de modelos de distribución de especies

Los modelos de máxima entropía (Maxent) se aplicaron para estimar la distribución espacial de las especies (Phillips *et al.*, 2004; 2006). Este tipo de modelos aplica una distribución probabilística de entropía máxima, buscando la teoría de probabilidades menos restrictiva para estimar la dispersión de una especie. De este modo, la aproximación a la distribución real satisface todas las posibles restricciones que pueda tener una distribución desconocida. Esta asunción procura contrarrestar el efecto de otra relación que la especie posea con su medio ambiente, que actúe como un sesgo en su distribución y no esté incluida en las variables independientes seleccionadas.

Dado que con las especies vágiles no pueden considerarse localizaciones de ausencia, la modelización con Maxent selecciona 10.000 píxeles pertenecientes al fondo, que representan la variedad de ambientes

tratados como localidades de ausencia denominadas pseudoausencias. Estas localidades se utilizan como negativas en la generación o “entrenamiento” del modelo, calculando la distribución de probabilidad sobre los valores ambientales que poseen los píxeles representantes de las localidades de presencia de la especie.

Con objeto de que esta técnica sea adecuada en el campo de la biología aplicada, el método consta en una serie de modelizaciones repetidas o iteraciones del modelo. En cada iteración se aplica un algoritmo que adjudica peso estadístico a cada punto de la grilla, utilizado para ajustar los resultados de la siguiente iteración. La fórmula es:

$$q_{\lambda}(x) = e^{\lambda f(x)} / Z_{\lambda}$$

Donde λ es el vector del n -coeficiente real (o variable con peso), f denota el vector del total N de coeficientes reales y Z_{λ} es la constante que asegura que la suma de q_{λ} sea igual a uno.

El programa comienza con una distribución uniforme y en las sucesivas iteraciones posteriores va incrementando la probabilidad en aquellas localidades colectadas para la especie. La suma de las probabilidades de ese píxel y todos los píxeles con igual o menor probabilidad –expresado en porcentaje– se denomina ganancia y representa el incremento total para cada píxel. De este modo, el valor de ganancia para la distribución uniforme es cero y su valor crece hasta que un cambio entre una iteración y la siguiente caiga por debajo de un límite de convergencia (Phillips *et al.*, 2006).

La aplicación Maxent ofrece la posibilidad que el usuario pueda regularizar la ganancia que obtiene cada píxel, ajustándola con parámetros como derivados de variables ambientales que constriñen el promedio que se aplicará a los píxeles con tendencia desconocida. La selección de estos parámetros dependerá, en primera instancia, de la naturaleza discreta o continua de las variables ambientales seleccionadas (Phillip y Dudík, 2008). En las tres escalas de análisis, las funciones de inclusión de las variables al modelo se mantuvieron de modo automático por defecto, ya que las variables fueron discretas y continuas en los tres enfoques de este estudio.

2.2.2.iv. Definición de variables ambientales para cada escala

La selección de variables se efectuó de acuerdo a los supuestos teóricos más influyentes de acuerdo a la escala. La teoría de la jerarquía, aplicada en cada contexto, direccionó la selección de las dimensiones del ambiente que se analizaron en cada escala de estudio.

La identificación de los diferentes procesos ambientales en la escala espacial adecuada de análisis se basó en lo planteado por Pearson & Dawson (2003). Las variables abióticas como el clima tendrán importancia a niveles mayores de jerarquía de escala que, por ejemplo, los factores bióticos.

En el presente trabajo se evaluó, además de la extensión espacial, la inclusión de variables que cumplieran tres condiciones (Mateo *et al.*, 2011). La primera es que fueran potencialmente explicativas, es decir, que tuvieran una relación potencial con la distribución de la especie (Hirzel y Lay, 2008), sea como factor limitante o como indicador a través de relaciones indirectas. La segunda condición es que mostrasen una variabilidad significativa en la zona de estudio, a fin de distinguir heterogeneidad ambiental. La tercera condición es que fueran independientes o, al menos, no estuvieran excesivamente correlacionadas entre sí, especialmente si se busca una interpretación biológica de los resultados (Graham, 2003; Muñoz y Felicísimo, 2004).

2.2.2.v. Selección de los parámetros del modelado

Otro nivel de decisión en la selección de parámetros del modelado es el modo en que las localidades de prueba representan a las localidades de entrenamiento del modelo. Como se mencionó más arriba, las localidades de entrenamiento son un subgrupo de presencias registradas para una especie y destinadas a generar el modelo, mientras que las localidades de prueba o evaluación son las que se utilizan para probar el grado de error del modelo de entrenamiento.

En este estudio se utilizó el conjunto de datos que el modelo asume por defecto, el que ha sido comprobado sobre un vasto grupo de especies,

condiciones ambientales, número de localidades y poblaciones de datos altamente sesgadas (Phillip y Dudík, 2008). Las dependencias son funciones matemáticas derivadas del ambiente, su complejidad se controla por la elección de los aplicados y sus distintos tipos o parámetros de regularización. Una de las funciones de estos parámetros es la de prevenir que el modelo relacione espacialmente los datos de entrada muy cercanos entre sí, proceso conocido como sobreajuste (*overfitting*) en detrimento de la efectividad predictiva (Hastie *et al.*, 2001). Para los análisis de la presente investigación se seleccionaron un máximo de 500 iteraciones, con un umbral de convergencia de 10^{-5} .

2.2.2.vi. Evaluación del aporte de las variables ambientales

La importancia de las variables independientes se estimó a través de la contribución de cada variable a la creación del modelo probabilístico, es decir, la variable que mejor explique la variabilidad del modelo de máxima entropía tiene potencial importancia para dicha modelación.

La importancia de las variables ambientales se definió sobre las pruebas estadísticas intrínsecas al programa, particularmente sobre dos análisis.

El análisis de contribución a la ganancia es la estimación porcentual basada en el aporte a la ganancia con cada iteración del algoritmo de entrenamiento, que contribuye a un aumento de la variable correspondiente. La contribución de la variable indica el porcentaje de la distribución de probabilidades que es explicado por dicha variable. Por lo tanto, mayores valores implican mayor importancia de la variable en cuestión.

El segundo análisis es la prueba de Jackknife, basada en la comparación entre modelos generados a fin de evaluar el aporte de cada variable ambiental al modelo probabilístico. La prueba de Jackknife compara dos tipos de modelos, denominados aquí modelos individuales y excluyentes. Los modelos individuales son construidos con las variables aisladas, indicando la cantidad de información que una variable dada aporta a la distribución probabilística. Por lo tanto, un mayor valor del modelo individual indicaría que dicha variable es importante para la explicación de la distribución. Los modelos excluyentes en

cambio, son contruïdos con todas las variables restantes a excepción de la variable en cuestión. De este modo, el decrecimiento de la ganancia expresaría el valor del modelo cuando la variable es excluida de la estimación de la distribución. Por lo tanto, los modelos excluyentes indicarían la información que dicha variable aporta y que no está explicada en otra variable ambiental. Aquellos modelos excluyentes de menor valor individualizan las variables más importantes (Phillips *et al.*, 2004; 2006). A diferencia de los modelos individuales, los modelos excluyentes son particularmente interesantes por expresar las interacciones entre variables, lo cual puede ser una modelación más cercana a la realidad (R. Torres, *com. pers.*).

2.2.2.vii. Análisis de correlación

Puede ocurrir que las variables espaciales ambientales posean relaciones entre ellas debido a la expresión del mismo proceso en más de una variable, inclusive por interrelaciones entre las variables bióticas y abióticas. Estas relaciones pueden expresarse en la distribución predictiva del hábitat idóneo para una especie, como un aumento en la importancia de una variable ambiental. La importancia de una variable ambiental podría entonces, estar evaluada debido a su relación con otra variable, más que una expresión de preferencia de la especie por dicha variable en cuestión.

Los análisis de correlación miden la intensidad de la asociación (covariación) entre las variables numéricas (Berenson y Levine, 1998). En otras palabras, la correlación estima la fuerza y dirección de una relación y la proporcionalidad entre dos variables. La relación entre las dos variables, o línea de ajuste, posee como componentes a la fuerza, el sentido y la forma de la misma (Legendre y Legendre, 1998). Existen diversos coeficientes que miden el grado de correlación, adaptados a la naturaleza de los datos. Para esta Tesis, en los Capítulos 5, 6 y 7 concernientes al análisis de distribuciones espaciales se planteó la hipótesis nula H_0 = los valores de los píxeles homónimos para las variables ambientales seleccionadas no poseen una relación aritmética originada por mismo proceso ambiental. Es decir, que la variación del valor de un punto en una grilla espacial uno no influye sobre la

variación del mismo punto en otra grilla ambiental, y por lo tanto el valor del estadístico de correlación ≈ 0 . Se aplicó el programa libre GvSig (www.gvsig.org), que posee como herramienta de cálculo la correlación entre capas *raster*, utilizando el tipo de ecuación que mejor se ajuste a la línea.

2.2.2.viii. Evaluación del modelo probabilístico

La distribución potencial que genera un modelo está en relación a la estimación de la distribución de la especie en aquellas áreas sin presencia confirmada. Esta capacidad de estimación se denomina valor predictivo del modelo y se analiza mediante pruebas de reclasificación de localidades positivas y negativas durante cada iteración.

La evaluación del modelo se realiza sobre la prueba denominada característica operada por el receptor (ROC) y su área bajo la curva (AUC). Este método divide los puntos de presencia de la especie en localidades de entrenamiento y localidades de evaluación. La curva ROC asigna un umbral a la probabilidad y evalúa la cantidad de localidades de presencia de la especie son clasificadas como positivas y cuantas como negativas. De ello se define la sensibilidad, o casos positivos bien clasificados, y la especificidad o falsos positivos, concepto complementario de la sensibilidad. El área bajo la curva AUC es un método de evaluación derivado del anterior, que refleja la proporción de predicciones clasificadas como correctas e incorrectas y por lo tanto está correlacionado con la capacidad predictiva del modelo. Provee una única medida de precisión general, que tiene como ventaja ser independiente de cualquier umbral de error estadístico calculado con otras pruebas. Un modelo ideal sería aquel en donde la sensibilidad (el valor AUC) sea igual a 1. Un valor cercano a 0,5 indica que la predicción modelada no se diferencia de una distribución al azar. Por debajo de este valor implica que el modelo es malo, es decir que a una localidad de presencia le asigna un valor de probabilidad por debajo del 50%.

Como el rendimiento del modelo varía de acuerdo al subgrupo de datos que por azar se utilicen para construirlo, en cada análisis de la presente Tesis

se realizaron 10 repeticiones para cada especie, con el fin de asegurar el comportamiento promedio del algoritmo. En cada repetición se dividieron aleatoriamente los datos positivos, de modo que 75% se utilizaron como localidades de entrenamiento que construyeron el modelo, y el 25% restante se utilizaron como localidades de evaluación.

Hay dos tipos de error que los modelos pueden cometer: el error de comisión consistente en clasificar una ausencia como presencia, y el de omisión que ocurre cuando se clasifica una presencia como ausencia. Este último es un error del que hay total certeza, mientras que del de comisión sólo puede estimarse si hay validación de campo. Así, la tasa de omisión se refiere número de sitios en los que las especies se encuentran y que fueron clasificados como no aptos por Maxent, tanto en el entrenamiento como en la evaluación (Phillips *et al.*, 2004; 2006).

La valoración de los modelos se complementó con la evaluación de la prueba binomial, realizada por el modelo sobre las localidades de evaluación. La prueba binomial a una cola realizada dentro del ámbito Maxent permite determinar cuándo un modelo predice las localidades de evaluación significativamente mejor que un modelo al azar (Anderson *et al.*, 2002). Si hay t localidades de evaluación con su tasa de omisión r y su área proporcional predicha a , la hipótesis nula afirma que el modelo no es mejor que un modelo seleccionado al azar de la totalidad de modelos con área predicha a . Esta prueba es particularmente recomendada para conjuntos de datos compuestos de un número limitado de presencias (menos de 20), ya que evita inflar inadvertidamente el error de omisión consecuencia de la generación de pseudoausencias, o bien por la existencia de una alta autocorrelación espacial en las localidades. Un éxito en la prueba binomial significa que Maxent predice ese sitio como hábitat potencial y la especie ha sido efectivamente registrada. Un fracaso significa que Maxent predice al sitio como inadecuado cuando la especie efectivamente ha sido registrada.

Cuando fue posible, los resultados de idoneidad de hábitat obtenidos mediante el modelado con Maxent se transformaron en valores binarios mediante la aplicación de umbrales de corte. La elección del umbral de corte tiene también un carácter de análisis, en la presente investigación se

analizaron dos clases de umbrales. Los umbrales de corte fijo son aquellos que reúnen la probabilidad del umbral acumulativo fijo dado (1, 5 y 10) más todas las probabilidades menores que caen bajo dicho valor. Estos umbrales son útiles para analizar la tendencia de la distribución de probabilidades con una variación del valor p de la prueba binomial. Otro umbral de corte analizado fue el valor probabilidad de la presencia mínima (PME), definido como el valor más bajo de probabilidad asignado a una localidad de presencia, aquellos píxeles que posean un valor por debajo del PME se consideran ausencias. En la elección de un umbral deben aplicarse criterios biológicos, en este caso, los hábitos generalistas de estas especies permiten elegir umbrales que no sean restrictivos ($p < 0,01$) (Phillips *et al.*, 2006). Otro factor a tener en cuenta es el número de localidades que recrean el modelo y en menor medida la homogeneidad espacial de las localidades colectadas (Liu *et al.*, 2005).

2.2.2.ix. Generación de productos cartográficos

Se utilizaron las localidades de presencia totales para construir la cobertura espacial de distribución para cada especie, a fin de mejorar la interpretación visual. Se espera que un buen modelo genere regiones de alta probabilidad que cubran la mayoría de los registros de presencia, mientras que las áreas de baja probabilidad contengan pocos o ningún dato de presencia.

La tercera aplicación de los SIG en este estudio fue la creación de diversas salidas en formato cartográfico, tablas, gráficos o representaciones tridimensionales, las cuales se utilizaron para representar objetos, procesos y patrones ambientales que pueden estar afectando la distribución de los quirquinchos en el área de estudio, definida de acuerdo a la pregunta específica planteada. Las grillas de salida de las distribuciones de Maxent fueron generadas en formato ASCII, que junto al grupo de grillas de cada una de las variables compusieron la base de datos del SIG.

2.3. CONTRASTACIÓN CON MÉTODOS PUNTUALES

En estudios ecológicos, las aproximaciones continuas y puntuales generalmente no son combinadas, dando la apariencia de que no son estudios complementarios. Sin embargo, cada aproximación posee sus ventajas y desventajas, la combinación de ambas técnicas dirigidas por una estadística espacial posee una particular importancia en estudios de paisaje (Gustafson, 1998).

En la presente investigación se aplicaron análisis de preferencia que pueden tener los armadillos sobre las diferentes categorías de los parches del paisaje y del hábitat a escala local. La aplicación de estos análisis se definió, de acuerdo con la resolución de cada análisis, en la disponibilidad del ambiente y el uso de una categoría de hábitat por parte de una especie. La disponibilidad se estimó como proporciones de superficie ocupada por cada categoría de la variable analizada (en frecuencias de píxeles) mientras que el uso se interpretó como la frecuencia de localidades de presencia que intersectan en cada categoría de la respectiva capa ambiental. Estas designaciones a su vez, se utilizaron para corroborar la delineación de los parches ambientales en la plataforma SIG, supervisando los datos ambientales de las capas con los relevados en el terreno al momento de la captura, el avistaje o el signo de actividad identificado. Este ha sido el modo de retroalimentar y supervisar el modelado espacial a lo largo del período de estudio, utilizando para ello las bases de datos relacionadas.

La selección de hábitat fue detectada cuando la prueba de χ^2 (Zar, 1984) resultó significativa al comparar entre las frecuencias observadas de una especie y esperadas de cada categoría de hábitat. El tipo de uso de las distintas categorías de hábitat por parte de cada especie fue puesto en evidencia por los intervalos de confianza del índice de Bailey (Cherry, 1996). El uso del hábitat fue categorizado como preferencia, indiferencia o evitación de acuerdo a la ubicación del valor de la disponibilidad, es decir por debajo, dentro o por encima respectivamente del intervalo de confianza correspondiente al valor de uso.

El análisis de solapamiento en el uso del hábitat a escala de paisaje y local se realizó aplicando el índice de afinidad de Renkonen (1938) que utiliza una escala de 0 a 100%, donde 0 es ausencia de solapamiento y las especies utilizarán hábitats distintos. Si la semejanza es alta las especies no se diferencian en la utilización de las geoformas disponibles.

CAPÍTULO 3. DIFERENCIACIÓN DE LOS SIGNOS DE ACTIVIDAD DE LAS TRES ESPECIES DE ARMADILLOS

3.1. INTRODUCCIÓN

Diversos mamíferos silvestres resultan raros de observar en las zonas áridas, donde uno de los aspectos conductuales comunes son los hábitos crepusculares o nocturnos (Laity, 2008). Todos los animales dejan rastros de sus actividades tales como huellas, excrementos, refugios, restos de sus alimentos y alteraciones en la vegetación (Guzmán y Sanabria, 2004). Esta información resulta de utilidad para la detección de la presencia y la actividad de animales.

Debido a sus hábitos semifosoriales y a su modalidad de búsqueda de alimento, los armadillos dejan numerosos signos de actividad en el terreno, que por su prevalencia en el ambiente han sido estudiadas en varias especies (McDonough y Loughry, 2008). Abba (2008) define las cuevas de quirquinchos como cavidades que forman bajo la superficie de la tierra y que utilizan como refugio o habitación, asimismo define las hozaduras (término proveniente del verbo hozar, que significa escarbar la tierra con el hocico) como cavidades que los quirquinchos efectúan con el fin de alimentarse y que son producidas tanto con el hocico como con sus patas delanteras. La diferencia física entre cueva y hozadura es su longitud, dado que las hozaduras son más cortas que las cuevas (Abba *et al.*, 2005; Abba, 2008). En algunos casos la diferencia en el diseño de las cuevas es suficiente para discernir entre especies, lo que puede utilizarse para evaluar poblaciones de armadillos en los momentos del día que no resulta práctico analizar a los individuos (McDonough y Loughry, 2008 y citas referidas).

El primer trabajo detallado sobre la morfología de cuevas de armadillos y los principales caracteres del ambiente donde se localizan, fue realizado por Crespo (1944). Este análisis incluyó las características métricas de los signos

de actividad (dimensiones de la boca y el primer tramo de la cueva, inclinación y orientación) de *C. vellerosus* en sitios puntuales de Catamarca, Jujuy y La Rioja, mientras que en San Luis reconoce signos de actividad de *Z. pichiy* y *C. villosus*. Este autor reconoció específicamente los signos de actividad por especie, en un mismo ambiente, según la boca de las cuevas (*Z. pichiy*: ancho= 10,2 cm; inclinación= 49°; n= 22; *C. villosus*: ancho= 15,6 cm; inclinación= 35°; n= 14). Por otro lado, las comparaciones entre poblaciones diferentes de *C. vellerosus* exponen una similitud en los valores de inclinación y forma de la boca aun siendo suelos de naturaleza diferente, difiriendo en la longitud de la cueva (*C. v. vellerosus*: . ancho= 13,1 cm; inclinación= 24°; n= 19; *C. v. pannosus*: ancho= 12,5 cm; inclinación= 22°; n= 16).

Greigor (1974, 1985) realizó un análisis sobre el diseño de las cuevas de *C. vellerosus* en Andalgalá (Catamarca) junto a observaciones de densidad de cuevas en el terreno, según los ambientes. Dentro de las cuevas en el terreno no se registraron nidos, tampoco fue un comportamiento observado en cautiverio. Las cuevas de *C. vellerosus* presentaron múltiples entradas y fueron registradas en terrenos altos de suelos arenosos. La actividad de cavar se lleva a cabo rasguñando con sus patas anteriores y expulsando el sedimento desde el medio del cuerpo hacia atrás, ayudando con las patas posteriores. La acción de cavar deposita la tierra removida detrás del animal, como consecuencia el primer tramo de la cueva se sella parcialmente, lo que posiblemente tenga efectos sobre el mantenimiento de las condiciones microclimáticas en el interior. Las cuevas tuvieron varios metros de largo y entre uno a dos metros de profundo, con una profundidad mínima suficiente para evitar las fluctuaciones térmicas diarias (51 cm) (Greigor, 1974; 1985).

Abba *et al.* (2005) realizaron un completo estudio sobre cuevas de *C. villosus* en el este de la provincia de Buenos Aires, en el cual analizaron la arquitectura interna y aspectos externos de las mismas. Según estos autores, las cuevas consisten en una construcción tubular con una boca aproximadamente cilíndrica y una galería descendente que conduce a un área horizontal, con o sin ramificaciones. Las cuevas de estructura simple se encuentran en suelos húmicos y suelen ser usadas como refugios temporarios o para la búsqueda de alimento. Las cuevas de estructura compleja son

frecuentes en suelos consistentes y son utilizadas como viviendas. Se corroboró una orientación de las bocas de las cuevas opuesta a los vientos preponderantes (Abba *et al.*, 2005).

Superina (2008) expone observaciones sobre el comportamiento cavador de *Z. pichiy* de una población en cautiverio junto a capturas realizadas en Payunia (Mendoza), mencionando similitudes con *C. vellerosus* como la una tendencia del piche de construir sus cuevas relacionadas a la vegetación, el estilo de cavar, una variabilidad en el largo y profundidad de las cuevas (hasta 1,5 m durante el invierno) y la ausencia de nido.

La morfología de la pata y el tipo de locomoción de un animal define la apariencia de su huella sobre el terreno (Muñoz-Pedreros, 2010). El tamaño de huella puede ser variable, aún para un mismo individuo, en función de la textura e inclinación del terreno y de la forma de locomoción del momento. Pero si se trabaja de modo sistemático, las medidas de las huellas brindan posibilidades para la discriminación entre especies (Arévalo, 2001).

Un monitoreo de signos es una técnica que consiste en la recolecta sistemática de signos sobre una o más especies a través del tiempo (Arévalo, 2001). Para que un monitoreo resulte efectivo y permita inferir aspectos ecológicos de una especie, es necesario cumplir una serie de premisas. En primer lugar, se debe ser cuidadoso en la identificación específica (Sutherland, 2006) y resulta muy útil reconocer los restantes integrantes de la fauna presente en el lugar (Arévalo, 2001). Segundo, las huellas nuevas no deben confundirse con las antiguas o viceversa; para evitar la confusión temporal se debe llevar un registro detallado de las condiciones ambientales, es decir de las variables externas que afecten su distinción. Tercero, el tipo de sustrato afectará la calidad de la huella (Muñoz-Pedreros, 2010).

Debido a los horarios de actividad crepusculares o nocturnos de las especies del género *Chaetophractus* (Greegor, 1974; 1980b; 1985; Abba *et al.*, 2011), sus hábitos cavadores, los numerosos signos de actividad observados en el terreno de estudio y la ventaja de registrar suelos arenosos en el área de estudio, se planteó como **objetivo** el análisis de las características distintivas de los signos para cada especie de quirquincho estudiada. Para ello se identificaron las huellas para cada especie, los rastros dejados durante sus

desplazamientos, las hozaduras realizadas durante la búsqueda de alimento y las cuevas de refugio registradas en las parcelas de muestreo.

3.2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los pobladores locales contribuyeron significativamente al entrenamiento práctico para la distinción de rastros dejados por la fauna nativa en general y por los armadillos en particular. Se utilizaron jaulas de 100 x 70 cm, con un piso donde los armadillos marcaron sus huellas. Dicho piso consistió en camas de arena embebida en cola de trigo en estado húmedo, o bien cartón ahumado con lámpara de petróleo (Muñoz-Pedrerros, 2010). Sobre las camas de arena ya secas, se resaltaron las huellas con pintura blanca y se registraron digitalmente las huellas de patas delanteras, traseras, hocico y cola de los individuos. Se midieron las pistas como una sucesión de huellas que muestran al menos dos improntas consecutivas de una misma extremidad (Pereira y Fracassi, 2000). Como factores dependientes del animal sobre las huellas se registraron las medidas de las plantas de la pata trasera (largo desde el talón a la yema de los dedos, o con uñas, ancho entre dedeo I-V y ancho entre dedo II-IV) en *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus*. La comparación entre el tamaño de las huellas de las diferentes especies se analizó aplicando ANOVA de Kruskal-Wallis y comparaciones múltiples por rangos medios (Siegel y Castellan, 1988). Las medidas sobre las pistas se realizaron con cinta métrica de metal y fueron: a) el largo de la zancada, que corresponde a la distancia entre dos huellas de la misma extremidad, b) el paso, o distancia entre dos huellas consecutivas de distinta extremidad, c) la proyección del paso y d) el ancho de la pista.

Para analizar las variables métricas y cualitativas de las cuevas de escape de los individuos capturados, se diseñó un sistema de liberación a fin de no interferir en la construcción de una cueva de referencia realizada por el quirquincho. La liberación se realizó dentro de una jaula plegable sin piso de 60 cm de largo, 30 cm de ancho y 30 cm de alto, la cual se colocó en suelo blando levemente enterrada y dentro de la cual el individuo debió excavar por debajo de las paredes para escapar.

Los signos de los quirquinchos se analizaron sobre las cuatro parcelas de muestreo correspondientes a la escala local (Capítulo 2), exceptuando para *C. vellerosus* del cual se registraron las cuevas encontradas por fuera de las parcelas. Esta decisión se fundamentó en el bajo número de signos de actividad del piche llorón registrado a lo largo de todo el período de estudio, por lo que se incluyeron en la comparación métrica también aquellas cuevas registradas en el área de estudio de paisaje a fin de maximizar las distinciones entre especies.

Se registraron sistemáticamente las características de cada signo de actividad observado en un formulario de campo (Tabla 3.1) caracterizados en variables métricas, asociación con el hábitat y evidencias funcionales del signo de actividad. El monitoreo incluyó una descripción de factores ambientales, en especial las condiciones atmosféricas y el tipo de sustrato. Se dejó transcurrir al menos 24 horas de la ocurrencia de vientos fuertes y precipitaciones, ya que borran parcial o totalmente los rastros. Fueron registradas las condiciones climáticas de las últimas 48 horas, en particular la hora de inicio y velocidad del viento o lluvia. Se diferenció entre cuevas y hozaduras de acuerdo a su función aparente.

Cada signo fue asignado a una especie de armadillo sobre la base del análisis de las huellas, en los casos en que no hubo un avistaje directo asociado. Para registrar las variables métricas de las cuevas se realizó un corte perpendicular en la arena a la altura de la boca con la ayuda de una espátula. Con el fin de demarcar claramente el diámetro de la boca, con un pincel se extrajo el sedimento depositado en el primer tramo de la cueva.

Para el estudio de la localización de las cuevas en el hábitat presentado en el Capítulo 6 se analizaron los aspectos de las variables combinadas: 1) la presencia y número de pistas de entrada y salida del armadillo y su antigüedad relativa, 2) la cantidad de sedimento desplazado para la construcción de la cueva y 3) el contexto en el que se encontró la cueva (si formaba parte de un rastro de forrajeo, presencia de hozaduras antiguas a su alrededor).

Tabla 3.1. Formulario de campo utilizado para monitorear los signos de actividad de los armadillos dentro de las parcelas de muestreo.

SIGNO DE ACTIVIDAD n°				WP ID		
Fecha	Campaña	Parcela	lat		Foto n°	
			long			
Hora	Viento	ausente	fauna referente	si	tipo fauna	
		leve		no		
		moderado				
Evidencias de la función						
Actividad estimada (combinación de variables)						
n° de pistas				Categoría	1) Cueva	
Antigüedades superpuestas		Si	No			
cantidad del sedimento		Mucho	Poco			
parte de rastro de forrajeo		Si	No		2) Hozadura	
existen hozaduras antiguas		Si	No			
1) Cuevas						
Área afectada	largo		asociado a vegetación	si	cual	
	ancho			no		
Alto	Ancho	Angulo		profundidad		
Buzamiento		Geoforma		Textura		
2) Hozaduras						
tamizado	si	Área afectada (cm)	largo		Descripción	
	no		ancho			
			n° hozaduras			
restos de alimento	si	categoría de antigüedad				
	no	0-3hs				
Origen	vegetal	3-8hs				
	animal	8h-12hs				
		12-24hs				

La antigüedad relativa de un rastro se dedujo sobre la base de otras huellas halladas sobre el rastro o en su proximidad, correspondientes al mismo armadillo o de otra especie animal. Los mejores referentes temporales fueron los escarabajos eucránidos (Coleoptera: Scarabaeidae: Eucraniini), debido al

horario diario y repetición de sus actividades, las altas densidades y los delicados rastros que dejan en la arena y que se difuminan fácilmente a lo largo del día. Los rastros dejados por zorros (Carnivora: Canidae) también facilitaron la estimación de antigüedad de los rastros de armadillos. Estos mamíferos habitualmente presentan hábitos crepusculares y nocturnos, por lo que sus rastros pudieron utilizarse como referente del período nocturno.

La evaluación de la relación entre las medidas de las huellas y las patas en cada especie se realizó con la prueba de Anova la prueba ANOVA de una vía de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Se realizó un análisis multivariado discriminante entre las cuevas registradas en el campo y las cuevas de referencia, que constó del cálculo de una función de ajuste sobre el grupo referente que fue aplicada para contrastar con la especie asignada utilizando las medidas de cuevas del terreno. Esta función estuvo compuesta de constantes calculadas a partir de las medidas del grupo conocido, que se utilizaron para estimar el aporte relativo de cada variable según la especie de armadillo, su fórmula es:

$$Z = W_1x_1 + W_2x_2 + \dots + W_nx_n$$

Donde Z representa la puntuación asignada por el análisis discriminante, siendo 0 la categoría de *C. vellerosus*, 1 *C. villosus* y 2 el valor de categoría de *Z. pichiy*. El factor W es el aporte relativo de cada variable a la estimación de Z y x es cada variable incluida en el análisis.

Se aplicó un análisis Discriminante de Funciones Canónicas con el fin de analizar si existe agrupamiento en las medidas de las cuevas por especie y detectar las medidas del tamaño de la boca de las cuevas que mejor expliquen la variabilidad debida a la especie asignada.

3.3. RESULTADOS

Dentro de las parcelas el sedimento presentó una naturaleza variada, desde arenoso a limoso arcilloso, con una distribución desigual. Los porcentajes de humedad del suelo, que pueden modificar las impresiones de las huellas de los armadillos, variaron en función de la hora del día, las

condiciones climáticas y la naturaleza del sedimento. La descripción métrica de los signos de actividad se realizó sobre las camas de arena y hollín generadas para tal fin, que brindaron un soporte controlado del sustrato lo que facilitó la descripción (Figura 3.1.).

3.3.1. Huellas

Se midieron 58 huellas de patas traseras y tres pistas de cada especie. Las medidas de las plantas de la pata trasera se registraron sobre 49 individuos de *Z. pichiy*, 11 *C. villosus* y seis de *C. vellerosus*. El análisis de Anova aplicando Kruskal-Wallis junto con las comparaciones múltiples por rangos medios indicaron diferencias entre las mediciones según la especie (Tabla 3.2).

Patras traseras. Los resultados del análisis de varianza por Kruskal-Wallis para cada una de las medidas de los grupos de datos huellas y patas indican que los largos y anchos de las huellas de cada especie son significativamente distintos (Figura 3.2), como también hay diferencias entre especies en cuanto al largo y ancho de las patas. Observando la distribución de los datos se distingue que *C. villosus* es el quirquincho con tamaño de planta mayor, sin embargo *Z. pichiy* posee la huella más larga y más ancha, lo que sugiere que el modo de apoyo entre ambas especies es diferente.

Para huellas la diferencia fundamental entre las tres especies es el grado de apoyo plantar. Durante una marcha a baja velocidad, las especies del género *Chaetophractus* imprimen la mayoría de las huellas apoyándose sobre las yemas de los dedos II, III y IV, mientras que del dedo I marca sólo la uña (Figura 3.3, Figura 3.4). *Zaedyus pichiy* apoya o bien los cinco dedos, o en algunas ocasiones los dedos I al IV junto la uña del dedo V, pero en ambos casos acompañados de la planta del pie en mayor o menor grado. Las especies de *Chaetophractus* se distinguen entre sí por el tamaño de sus improntas, acorde con la diferencia de tamaño entre estas especies.

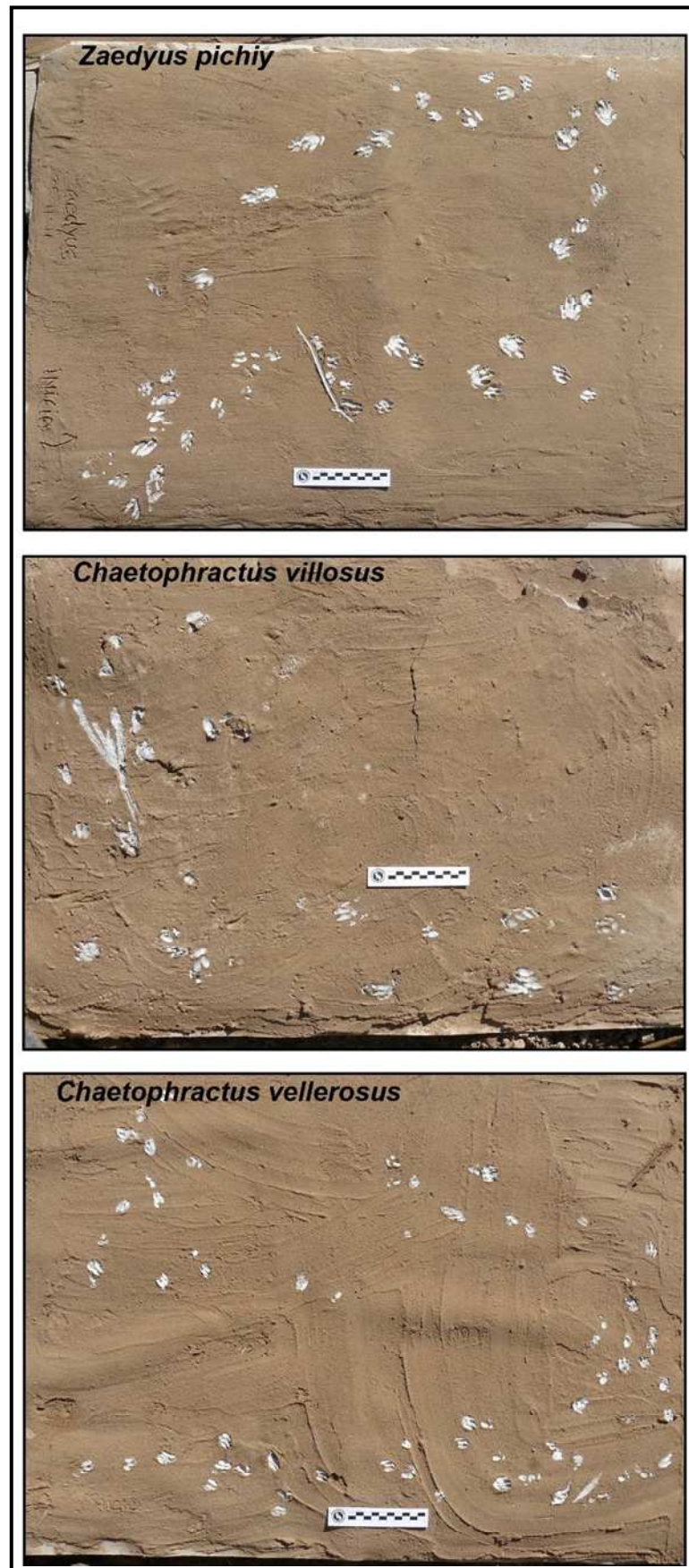


Figura 3.1. Huellas obtenidas sobre camas de arena para las tres especies de armadillos.

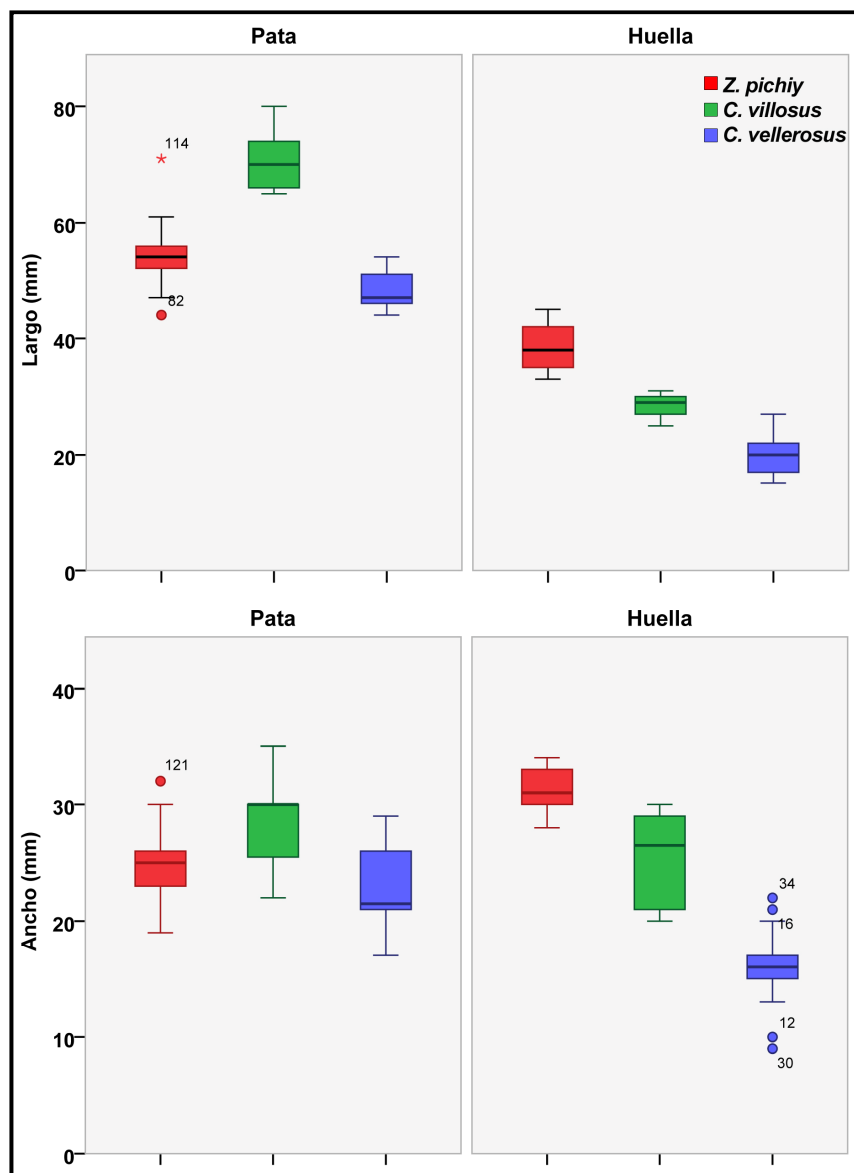


Figura 3.2. Medidas de tendencia central correspondientes al largo y ancho de las huellas y patas para cada especie de quirquincho.

Tabla 3.2. Valores del El análisis de Kruskal-Wallis, con su valor p para cada prueba de dos colas, junto con las comparaciones múltiples por rangos medios para los datos del largo y ancho de las huellas y patas para cada especie de quirquincho.

	Pata (n= 66)	Huella (n= 58)
	H= 32,22 $p < 0,001$	H= 49,45 $p < 0,001$
Largo	$C. villosus > Z. pichiy > C. vellerosus$	$Z. pichiy > C. villosus > C. vellerosus$
	H= 10,47 $p = 0,005$	H= 46,03 $p < 0,001$
Ancho	$C. villosus > Z. pichiy > C. vellerosus$	$Z. pichiy > C. villosus > C. vellerosus$

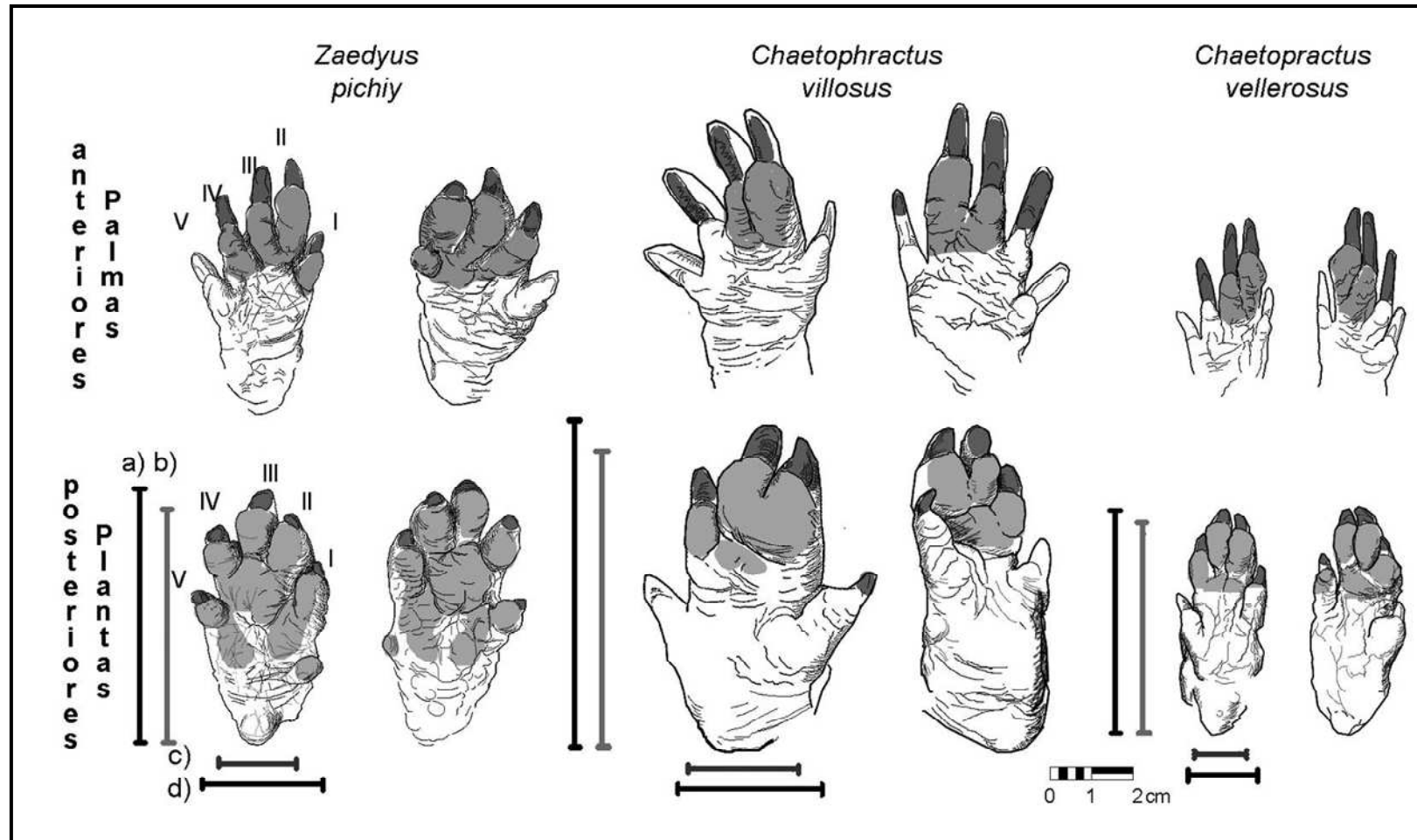


Figura 3.3. Diseño de las patas delanteras (arriba) y traseras (abajo) de las tres especies, en las que se somborean las secciones de la pata apoyadas durante la marcha. En números romanos se indican los dedos. Las medidas indicadas corresponden a a) largo de la pata con uña; b) largo de la pata sin uña, c) ancho de la pata al nivel de los dedos II-IV, d) ancho de la pata entre los dedos I-V.

Patas delanteras. Las tres especies apoyan sobre el dedo mayor (II) acompañado por el dedo III. *Zaedyus pichiy* puede apoyar eventualmente sobre el dedo IV.

3.3.2. Pistas y rastros

Las cuatro medidas referidas a las pistas de armadillos resultaron variables para las tres especies. El largo de la zancada, el paso y el ancho de la pista variaron de acuerdo a la velocidad de marcha. A una velocidad lenta al paso, las medidas de las pistas fueron distintivas para cada especie (Figura 3.4). La marcha de *C. vellerosus* presentó proporcionalmente la pista más pequeña, mientras que las otras dos especies se distinguieron por el ancho de pista, siendo *C. villosus* el que tuvo el ancho mayor.

De acuerdo a la función asociada, sobre las medidas registradas en el campo se definieron dos tipos de rastros (Figura 3.5):

Rastro de forrajeo. Marcha lenta al paso, con medidas similares a las descriptas para las pistas. En el terreno no es posible reconocer un vector direccional, las improntas traseras no están superpuestas a las delanteras; usualmente existen marcas del hocico en suelo blando (“olfateo”) que acompañan a la pista a lo largo de su recorrido. En puntos donde el quirquincho realiza una hozadura se suele distinguir en el rastro el apoyo de la cola.

Rastro de trote. Marcha rápida con vector de dirección recto. Las improntas traseras se superponen parcialmente a las delanteras. El ancho de la pista, la zancada y el paso son diferentes a los rastros de forrajeo. La zancada es más larga que en una pista de menor velocidad, siendo el largo variable de acuerdo a la velocidad con la que se desplazó el animal, con un máximo de un 65%. El paso también resultó hasta un 25% más largo, mientras que el ancho de la pista alrededor del 35% más estrecho (Figura 3.4.D).

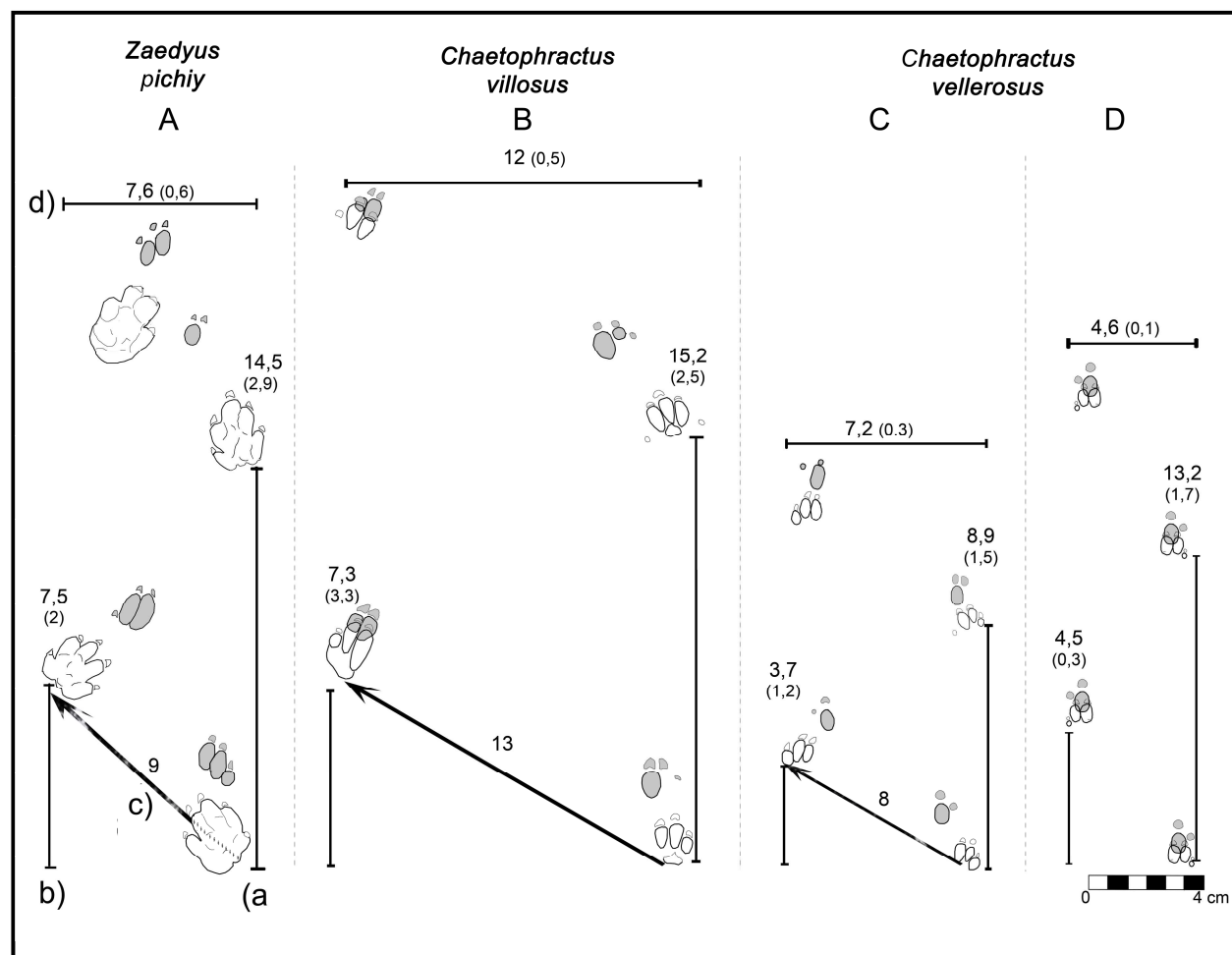


Figura 3.4. Diagramas de pistas para cada especie de armadillo, en gris palma de la mano y en blanco planta del pie. A, B y C representan diagramas de pistas relacionadas a rastros de forrajeo para el piche patagónico, el peludo y el piche llorón respectivamente. D representa un rastro al trote, en este caso para el piche llorón a) largo de la zancada, b) paso, c) proyección del paso y d) ancho de la pista.



Figura 3.5. a) Rastro de forrajeo incluyendo una hozadura y **b)** rastro de trote registrado durante la época de apareamiento. Ambos corresponden a *Z. pichiy*.

3.3.3. Otros rastros

Un comportamiento frecuentemente registrado en los armadillos ha sido el “asolearse”. Entre los rastros que los armadillos imprimieron en la arena se pudo registrar por huellas en la boca de las cuevas o por avistaje en una ocasión, que los peludos se disponen al sol en la boca de sus cuevas, echados sobre el vientre o bien con el vientre hacia arriba (Figura 3.6).

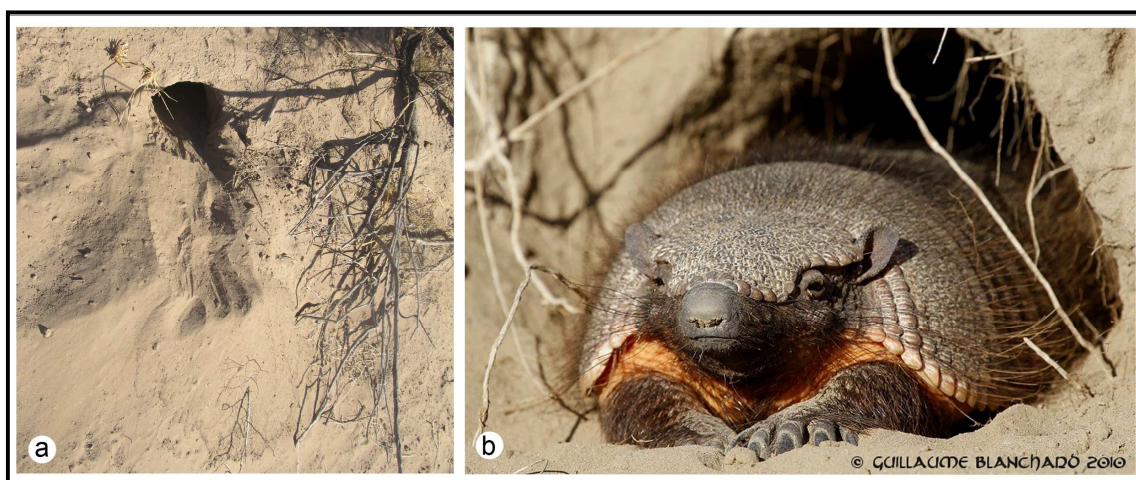


Figura 3.6. a) rastros en la arena del comportamiento de asolearse de los armadillos y b) *Chaetophractus villosus* echado en la boca de la cueva (fotografía gentileza del autor).

3.3.4. Cuevas de refugio

A lo largo del período de estudio se registraron 66 cuevas en el campo, las cuales tuvieron identificación específica asignada sobre la base de los rastros asociados a su entrada, o bien gracias al avistaje del individuo que la habitaba. Los individuos capturados permitieron el registro de 66 cuevas de liberación, las cuales se utilizaron como grupo de datos referente para la aplicación del análisis discriminante.

La medida más variable de las cuevas registradas en el campo y de referencia correspondió al ángulo, calculado como la suma entre el ángulo del tramo de la cueva y el buzamiento del terreno (Tabla 3.3), a su vez las cuevas de *Z. pichiy* registraron una mayor variabilidad de ángulo que en las de *C. villosus*.

El número de cuevas registradas para *C. vellerosus* ha sido muy bajo y en todos los casos han sido cuevas cilíndricas, rectas y con una única entrada. Para el caso de *C. villosus* también fueron cuevas simples y asociadas a numerosas hozaduras a su alrededor. Sin embargo, en el área de estudio de paisaje se registraron cuatro cuevas asignadas a peludo, las cuales ocuparon áreas extensas, de hasta 105 m². Estas cuevas estaban conformadas por una entrada frecuentemente utilizada y numerosos túneles de variada profundidad, algunos con profundidad suficiente para funcionar como salidas secundarias, las cuales se denominaron cuevas complejas (Figura 3.7).



Figura 3.7 a) Cueva simple y **b)** complejas asignadas a *C. villosus*.

El análisis Discriminante de Funciones Canónicas aplicado a las cuevas de liberación separó las pertenecientes a *C. villosus* de las restantes especies (Figura 3.8, Tabla 3.4, Tabla 3.5, Tabla 3.6). La Función 1 explicó gran parte de la varianza (alrededor del 98 %). El valor de correlación canónica fue alto para las cuevas de referencia (91%) y el valor de Lambda de Wilks fue bajo (0,16). Al analizar las correlaciones intragrupalas entre las variables discriminantes y las funciones canónicas se observó que la altura ($r^2 = 0,97$) resultó la variable más explicativa por especie, seguida por el ancho ($r^2 = 0,65$). La variable ángulo del terreno quedó asociado a la Función Canónica 2 ($r^2 = 0,85$) siendo la variable menos explicativa.

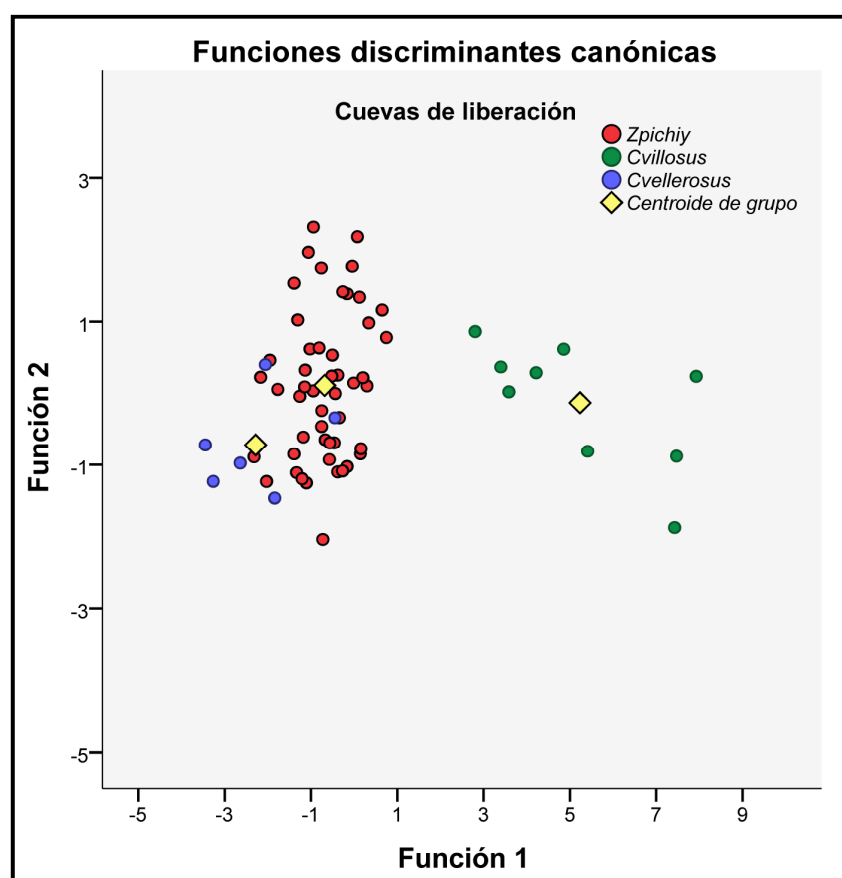


Figura 3.8. Gráfico del análisis discriminante aplicado sobre las medidas de las bocas de las cuevas de referencia construidas por cada especie de armadillo.

Tabla 3.3. Resumen de los valores de las funciones canónicas para el análisis discriminante realizado sobre las cuevas de referencia.

Contraste de funciones	Lambda Wilks	Chi-cuadrado	g. l.	Sig.
1 a la 2	0,16	110,5	6	0,000
2	0,94	3,72	2	0,16

Tabla 3.4. Funciones canónicas contrastadas para el análisis discriminante realizado sobre las cuevas de referencia.

Variable discriminante	Función canónica	
	1	2
alto	0,97	-0,12
ancho	0,65	0,23
ángulo	-0,03	0,91

Tabla 3.5. Valores de correlación entre la variable de medida y la función discriminante.

Función	Autovalor	% de varianza	Correlación canónica
1	4,93	98,7	0,91
2	0,064	1,3	0,25

El análisis multivariado discriminante aplicado a las medidas de las cuevas de liberación permitió calcular la siguiente función de ajuste para la asignación de la especie estimada ($SpCat_{Calculada}$):

$$SpCat_{Calculada} = -33,52 + 2.91*alto + 3.23*ancho - 0.15*ángulo$$

Con el objeto de detectar su grado de acierto, esta fórmula de ajuste se aplicó sobre las 66 cuevas muestreadas en el terreno. La totalidad de cuevas de *C. villosus* y de *C. vellerosus* resultaron correctamente clasificadas por la fórmula de ajuste (Tabla 3.6). Con respecto a *Z. pichiy*, 62% de sus cuevas obtuvieron clasificaciones correctas, mientras que las de mayor tamaño resultaron asignadas a *C. villosus*.

Tabla 3.6. Reclasificación de las cuevas registradas en el terreno obtenida por aplicación de la fórmula discriminante estimada con las cuevas de liberación (entre paréntesis figura el porcentaje de aciertos y desaciertos con respecto al total de casos por especie).

Categoría especies observada	Categoría especies calculada			Total
	<i>C. vellerosus</i>	<i>C. villosus</i>	<i>Z. pichiy</i>	
<i>C. vellerosus</i>	2			2
	(100%)			
<i>C. villosus</i>		14		14
		100%		
<i>Z. pichiy</i>	1	18	31	50
	(2%)	(36%)	(62%)	
Total	3	32	31	66

3.4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las tres especies de armadillos *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* registradas en el área de estudio pudieron diferenciarse entre sí por las características y medidas de sus huellas. La forma (apoyo de falanges, marcado de garras y de almohadilla plantar) y tamaño de las huellas resultaron variables cualitativas y cuantitativas útiles para diferenciar entre sí las tres especies de armadillos. A su vez, la distancia y superposición entre las improntas, las marcas del hocico y la direccionalidad de la marcha permitieron diferenciar entre rastros de forrajeo y rastros de trote. Los primeros siempre estuvieron asociados a hozaduras de profundidad variable, mientras que el rastro de trote se asoció con los primeros metros de acceso a la cueva, al traslado entre áreas de forrajeo y en la época de celo (Capítulo 8).

La detección de quirquinchos a través de sus rastros resultó una técnica útil para el reconocimiento del uso del ambiente por parte de estas especies. El análisis aquí definido consta de la selección de huellas frecuentemente repetidas en los patrones de marcha; ellas provienen de un universo mayor de huellas cuya forma es variable de acuerdo a la velocidad de marcha de los ejemplares, o la actividad que los mismos realizan. Por ejemplo, durante la generación de los moldes en camas de arena se han registrado saltos, apoyo del cuerpo sólo sobre las patas posteriores o giros que varían el grado de apoyo de las plantas del pie, pero se seleccionaron sólo aquellas que corresponden a las marchas a velocidad lenta.

El suelo arenoso del área de estudio ofreció una excelente superficie para el marcado de huellas, las observaciones y mediciones sistemáticas que facilitaron discernir a qué especie pertenecían e inferir aspectos conductuales relacionados. Si se estandariza la información relevada durante la detección, estos estudios pueden utilizarse como índice de abundancia relativa (Allen *et al.*, 1996) y estimación del uso del hábitat.

El tipo de locomoción del piche patagónico *Z. pichiy* se distingue por ser plantígrada, es decir que apoya parte de la planta del pie además de cuatro a cinco dedos, lo que se refleja en huellas más grandes. Los rastros de las especies de *Chaetophractus* se distinguen por apoyar principalmente tres a

cuatro dedos, exceptuando el dedo V, mientras que la almohadilla plantar está escasamente representada o bien ausente en la huella. Estos criterios pueden ser utilizados para identificar la especie de armadillo a través de sus huellas.

En las tres especies se pueden aplicar criterios para inferir la velocidad relativa del individuo que realizó el rastro, observando la superposición entre las improntas, el ancho de la pista, la longitud del paso y de la zancada.

Las observaciones realizadas con respecto a las cuevas pueden robustecer el análisis sobre las actividades de los quirquinchos en el campo. El alto de la boca de la cueva es la medida de mayor relación con la especie de quirquincho que construyó la madriguera. Las cuevas de diámetro mayor tuvieron un alto promedio de 22 cm y fueron realizadas por *C. villosus*, el armadillo de mayor masa corporal. Las cuevas pertenecientes a *Z. pichiy* tuvieron un promedio de 15,5 cm pero con tamaños variables, que pueden atribuirse a la especie más grande como también a la más pequeña, *C. vellerosus*. La fórmula proveniente del análisis discriminante de las cuevas de liberación ofrece una alternativa para diferenciar entre las tres especies sobre la base de la medición de sus entradas y respaldada por las diferencias de las huellas.

El tipo de suelo y las condiciones climáticas afectan la calidad y visibilidad de las huellas observadas, e independientemente de su naturaleza las condiciones idóneas para los registros de signos de actividad ocurrieron luego de escasas precipitaciones, en donde los nuevos rastros de los quirquinchos se distinguieron claramente del sedimento marcado por las gotas de lluvia.

CAPÍTULO 4. MARCAJE DE INDIVIDUOS Y RECONOCIMIENTO DE *ZAEDYUS* *PICHIY* MEDIANTE EL DISEÑO DE SU ESCUDETE CEFÁLICO

4.1. INTRODUCCIÓN

El reconocimiento individual de los animales en los estudios de biología permite recopilar datos sobre sus actividades a lo largo del tiempo y el espacio, información que permite deducir aspectos del comportamiento y biología poblacional (Lorenz, 1937; Delany, 1978). Una herramienta de identificación consta en la aplicación de marcas artificiales. Sus técnicas asumen que las marcas no se extravían, ya que su pérdida conlleva a una sobrestimación de los parámetros poblacionales en el análisis de los datos al contar a un individuo repetidas veces. La probabilidad de que un individuo pierda su marca puede evaluarse marcando los individuos con, al menos, dos técnicas diferentes y calculando así una tasa de pérdida que permita corregir los estimadores poblacionales (Sutherland, 2006).

Otro método de reconocimiento individual utilizado sobre todo en vertebrados longevos son sus marcas naturales y la variación natural en tamaño y forma de ciertas partes del cuerpo (Klingel, 1965). Un ejemplo son las aletas dorsales de los cetáceos que presentan alometría, marcas y patrón de coloración (Wursing y Jefferson, 1990). Emery y Wydaski (1987 citado en Wursing y Jefferson, 1990) realizaron una revisión de la vasta bibliografía referida a la aplicación de esta metodología en otros mamíferos como cebras (*Equus* sp. Heuglin y Fitzinger, 1866), rinocerontes negros (*Diceros bicornis* Linnaeus, 1758), jirafas (*Giraffa camelopardalis* Linnaeus, 1758), elefantes africanos (*Loxodonta africana* Blumenbach, 1797), leones (*Panthera leo* Linnaeus, 1758) y chimpancés (*Pan troglodytes* Blumenbach, 1799) además de en otros grupos taxonómicos vertebrados e invertebrados.

Para que los estimadores poblacionales sean realistas, las marcas naturales deben ser únicas para cada individuo, la probabilidad de observarlas

no debe variar a lo largo del tiempo desde que se registra por primera vez, ni pueden estar influenciadas por cambios fenotípicos relacionados al el ciclo de vida (Wursing y Jefferson, 1990). Esta técnica se ha basado desde sus comienzos de la elaboración de un catálogo fotográfico que permita el ingreso de un individuo registrado y su comparación con los registros anteriores. Así, el tiempo aplicado en la comparación aumenta cuantas más fotografías se posean y la eficiencia del catálogo dependerá críticamente del orden del mismo, junto a la accesibilidad a la información (Wursing y Jefferson, 1990).

Recientemente se han desarrollado programas computacionales basados en la comparación de fotografías tomadas sobre poblaciones salvajes de guepardos (*Acinonyx jubatus* Schreber, 1775) (Kelly, 2001); focas (*Phoca vitulina richardii* Linnaeus, 1758) (Hastings *et al.*, 2008) y osos polares (*Ursus maritimus* Phipps, 1774) (Anderson *et al.*, 2010). Estos programas disminuyen sensiblemente el número de fotografías que deben ser comparadas, gracias al análisis de los valores de coeficientes de similitud generados por la coincidencia de patrones espaciales.

Kelly (2001) demuestra cómo la efectividad de esta metodología es altamente dependiente de la calidad de la fotografía y deformaciones provocadas por cambios de la posición del animal, del ángulo de toma o de exposición en las fotografías. Si se calculan factores de corrección de estas fuentes de error, o bien se seleccionan aquellas fotografías en condiciones homogéneas de evaluación, estas técnicas de identificación animal demuestran ser poderosas y no invasivas, y por lo tanto altamente valoradas en estudios sobre la conservación de las especies.

Como se mencionó en el Capítulo 1, los armadillos junto a otras formas fósiles (gliptodontes y pampaterios) pertenecen al Clado Cingulata (Capítulo 1), nombre que alude a la presencia de osteodermos u osículos, osificaciones dérmicas dentro del tegumento, que se articulan íntimamente entre sí conformando el caparazón y en las formas vivientes están acompañados por una o más escamas córneas externas. Estas unidades brindan protección sin perder la flexibilidad. De acuerdo a su histología, forma y función los osteodermos pertenecen a dos clases (Engelmann, 1985; Hill, 2006). Un tipo son los poligonales interdigitados entre sí que conforman estructuras rígidas

como los escudetes cefálico, torácico, pélvico y ocasionalmente el estuche caudal del caparazón de los armadillos. La región media del caparazón está compuesta por el segundo tipo de osteodermos, rectangulares y suturados entre si sólo en sus laterales dejando los extremos libres, organizándose en bandas móviles imbricadas unas con otras lo que les brinda movilidad. Se encuentran además osteodermos aislados en la piel de las patas, base de la cola y rostro. El escudete cefálico de los armadillos posee forma triangular y cubre la región frontal y nasal del cráneo, dejando libre la nariz. La característica de los eufractinos es una muesca a la altura de los ojos, para *Z. pichiy* el escudete se conforma de osteodermos suturados entre sí manteniendo su individualidad, de aspecto liso sin ornamentaciones.

Thomas (1928) identificó dos subespecies de piche: *Z. p. pichiy* que habita en el sur de Chile, Patagonia y Pampa argentinas posee una cabeza proporcionalmente más larga y grande que *Z. p. caurinus*, distribuido en el centro de Chile y centro y oeste de Argentina. Squarcia y Casenave (1999) pusieron a prueba la hipótesis de la presencia de subespecies, registrando 11 mediciones craneométricas en 15 cráneos de ejemplares provenientes de Bahía Blanca y 8 provenientes de Mendoza. Superina (2007, 2008) ha mencionado diferencias significativas en la relación largo/ancho de las cabezas de piches del norte y del sur de la provincia de Mendoza, lo que sugiere la presencia de morfotipos en la región cuyana. También se mencionan diferencias en la pigmentación del caparazón.

Para realizar estudios ecológicos sobre las poblaciones armadillos es necesario definir una metodología que permita identificar inequívocamente los individuos capturados. Sus orejas son pequeñas y frecuentemente tienen cicatrices y ausencia de fragmentos del pabellón auricular, que fácilmente se confunden con posibles muescas identificadoras. Las caravanas numeradas se extravían fácilmente debido a sus hábitos cavadores e interacciones entre individuos (Abba *com. pers.*). Además, la fisonomía de los armadillos favorece el extravío de collares o anillos identificadores, debido a un cuello grueso apenas insinuado como una muesca entre su cráneo fusiforme y su cuerpo, al igual que la ausencia de muñecas en las patas. En cambio, los escudetes cefálicos constan de osteodermos con número y forma variables entre

individuos (Superina, *com. pers.*), son muy visibles ya que cubren la cabeza casi por completo y fundamentalmente es una estructura plana y rígida que no cambia de tamaño cuando el armadillo se arquea sobre sí mismo.

Sobre lo anteriormente expuesto, el objetivo del presente Capítulo fue analizar si la forma, tamaño y distribución de osteodermos en el escudete cefálico de *Z. pichiy* son características singulares de cada individuo a través del análisis de fotografías. El propósito es delinear una metodología que permita utilizar dichos escudetes como identificación inequívoca de cada individuo.

4.2. MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1. Marcaje permanente y semipermanente

Se marcaron de modo permanente y semipermanente a los individuos de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* capturados durante el recorrido de las transectas de avistaje (Capítulo 7). La marca permanente radicó en la sección del tercio superior de una oreja, mientras que la marca semipermanente consistió en un aro en la base de la cola con tres cuentas de colores, técnica desarrollada originalmente para identificar lagartos (Fisher y Muth, 1989). El aro se confeccionó con alambre de 0,8 micrones y se colocó debajo de la piel de la cola, utilizando a modo de vehículo una aguja hipodérmica descartable de igual diámetro (Figura 4.1). Las cuentas se ubicaron en posición dorsal, paralelas a la línea de escamas de la cola. Se utilizaron combinaciones de 7 colores para cada tríada, disponiéndose de un total de 343 combinaciones para cada especie.

4.2.2. Análisis del escudete cefálico

Se tomaron fotografías frontales de la cabeza de las tres especies con objeto de registrar el diseño de los osteodermos. Los ejemplares de *Z. pichiy* se

compararon junto a registros de ejemplares del sur de la provincia; para ellos se seleccionaron 73 fotografías digitales de escudetes cefálicos, tomando sólo aquellas en que los individuos mantengan la cabeza recta con respecto al plano de toma de la fotografía.

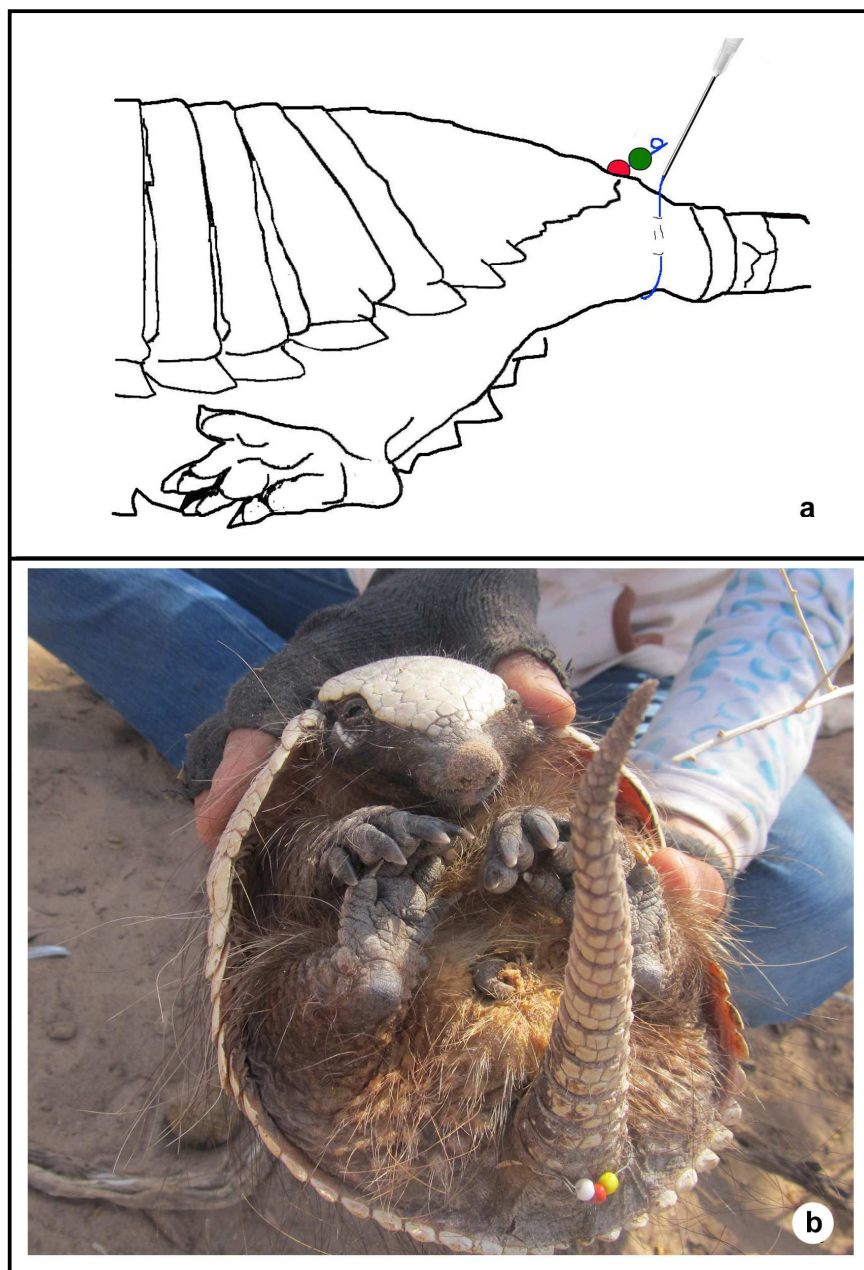


Figura 4.1. Método de marcado semipermanente, **a)** diseño de la colocación del aro a través de una aguja descartable, **b)** individuo macho de *Z. pichi* y portando el aro identificador.

Las fotografías de los escudos cefálicos se encontraron en distintas situaciones de exposición lumínica, distancia focal y resolución. Se registró de cada individuo fotografiado, entre otros aspectos, las medidas corporales estándares, incluidas el largo y ancho de la cabeza. A fin de evaluar el ajuste

de la técnica y a modo de control, dos individuos fueron medidos y fotografiados por duplicado por diferentes personas y en distintas situaciones. Sobre las fotografías de los escudetes cefálicos se realizaron sucesivos pasos detallados a continuación.

Escalado: consiste en la conversión de las fotografías digitales al sistema métrico a través de las mediciones de largo y ancho del escudete cefálico sobre los individuos. Este procedimiento se realizó con el programa ERDAS Imagine® 10.1 (Leica Geosystems, Atlanta, G.A.) que normaliza las imágenes ajustando el sistema de coordenadas de imagen (en píxeles) a unidades reales (en milímetros). Posteriormente se trazaron las líneas sobre las cuales se registraron 5 puntos de control (extremos del largo y el ancho de la cabeza, centro de referencia) y un punto variable para cada escudete que representa la altura de los arcos o muescas orbitales (Figura 4.2a, b).

Digitalización y vectorización: este paso busca definir los bordes de los osteodermos del escudete cefálico. Se aplicaron diversos procedimientos a fin de definir automáticamente los bordes. Para ello se eligieron 10 fotografías al azar que fueron manejadas en un orden de niveles de información creciente desde bitmap, escala de grises hasta RGB. Sobre cada imagen se modificaron los extremos de la curva de distribución de niveles digitales y se aplicaron filtros estadísticos. Las 10 imágenes resultantes se cotejaron con la digitalización supervisada de las mismas fotografías, a fin de comparar esfuerzo, tiempo y pérdida de información.

La digitalización de manera supervisada se realizó dibujando el contorno de los escudetes así como los límites de los osteodermos de manera manual con tableta y lápiz óptico. Luego la imagen se vectorizó, de este modo cada escudete cefálico pasó a ser representado por una imagen vectorial conformada por polígonos independientes definidos por distintos atributos matemáticos y geométricos (forma, posición en el espacio y relaciones de vecindad con los restantes polígonos). Cada polígono representó así un osteodermo, o bien la forma del escudete. Se corrigieron dichos polígonos mediante generalización geométrica con una tolerancia de 0,15 unidades de cobertura (en milímetros) utilizando el programa *ArcView 3.2GIS* (ERDAS, 2000) (Figura 4.2.c, d). Este procedimiento resalta los vértices que conceden la

forma al osteodermo de aquellos que son producto de la pixelación de las líneas. Posteriormente se revisaron los polígonos, se eliminaron aquellos que correspondían a errores de digitalización y se calcularon sus características geométricas (área, perímetro, centroides, etc.) (Figura 4.2.e). Se aplicaron análisis estadísticos de correlación (r^2) entre las medidas de largo y ancho, junto al test de medianas (Wilcoxon) a fin de analizar posibles relaciones entre el origen biogeográfico del individuo y las proporciones de su escudete cefálico.

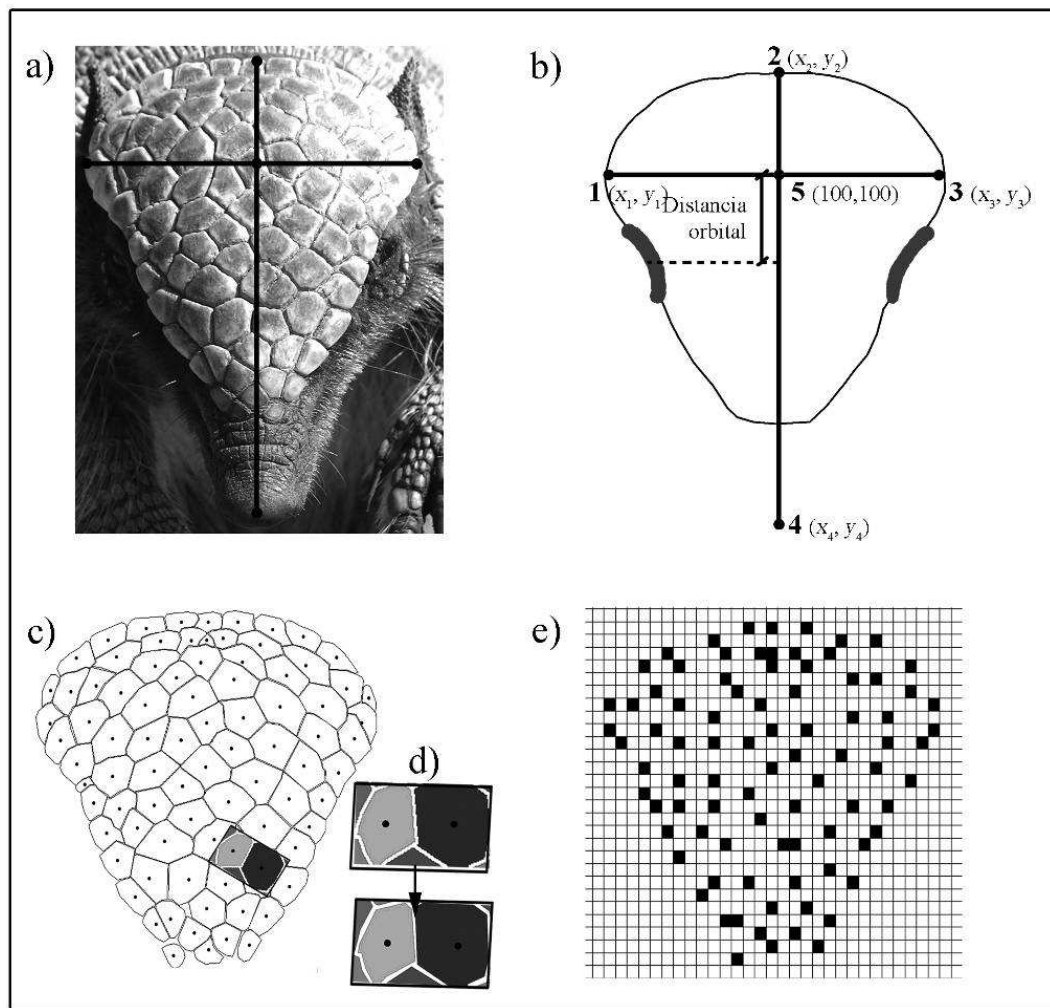


Figura 4.2. Etapas de proceso en el tratamiento de las imágenes. **a)** Trazado de los ejes de referencia sobre la fotografía original. **b)** Dibujo del contorno del escudete cefálico y localización de los puntos de referencia con sus coordenadas, que posteriormente se utilizan como cálculo del largo (Y_2-Y_4) y el ancho del escudete (X_1-X_3). El punto 5 representa la intersección entre ambos ejes que posee los valores 100, 100 a fin de trabajar con números positivos. **c)** Digitalización de las escamas que componen el escudete, mostrando los centroides para cada escama. **d)** Resultado de la utilización de la herramienta de generalización de las líneas. **e)** Resultado de la localización de los centroides sobre una matriz con un número de celdas fijo.

4.3. ANÁLISIS

El análisis de los escudetes cefálicos se realizó a través de dos procedimientos: el análisis descriptivo de las características geométricas y estadísticas de los osteodermos de un mismo individuo, y el análisis comparativo de un individuo con los restantes a través de un análisis matricial binario.

La descripción de cada escudete cefálico se recopiló en una base de datos. La base registra en primer término a presencia o ausencia los arcos orbitales. En el caso que los arcos orbitales estuvieron presentes, se registró la altura orbitaria, definida como su proyección al inicio de la muesca al eje de coordenadas Y, el número de osteodermos y el área de los mismos. Esta última variable fue relativizada con respecto al tamaño total del escudete y discreta a través de cinco clases de intervalo constante. Posteriormente estas clases de tamaño se graficaron en curvas y para cada individuo se calculó el coeficiente de asimetría de Fischer.

Se realizó un formulario descriptivo para cada individuo, el cual se expresa como Anexo II. Para el análisis comparativo se calcularon los centroides de los osteodermos y sobre ellos se superpuso una matriz vacía y común a todos los escudetes. Las celdas que registraron uno o más centroides adoptaron el valor de 1, y el valor 0 representó la ausencia (Figura 4.2). Este procedimiento originó una matriz binaria para cada individuo, que se comparó numéricamente frente a las restantes utilizando algoritmos matemáticos de igualdad y similitud de matrices con el programa R.

4.4. RESULTADOS

4.4.1. Automatización del proceso de digitalización

La variación de coloración en los individuos fue debida a diferencias en el tamaño del área pigmentada ocupada dentro de cada escama córnea, con el color más claro definido por la ausencia de pigmento y las escamas más oscuras con mayor concentración del mismo. Los bordes de cada escama permanecieron comúnmente libres de color.

Entre los extremos de coloración claros y oscuros ocurrieron varios estadios intermedios, siendo la abundancia relativa de escamas claras y oscuras dentro de un mismo escudete lo que definió el color del animal. Normalmente, las escamas periféricas del escudete han sido más claras que aquellas ubicadas en el centro del mismo (Figura 4.3a). Esta desigual distribución de la pigmentación en las escamas, los efectos de llevar un objeto de tres dimensiones a un plano y la formación de sombras no permitió establecer un tratamiento automatizado preciso de las 10 fotografías que permitiera encontrar los límites de los osteodermos (Figura 4.3b). Esto ocurre porque no se halló un algoritmo que individualice los niveles digitales de la fotografía pertenecientes a los límites de los osteodermos (Figura 4.3c), de aquellos píxeles que posean los mismos niveles digitales pero pertenezcan a artefactos de la imagen (sombras o pigmentación).

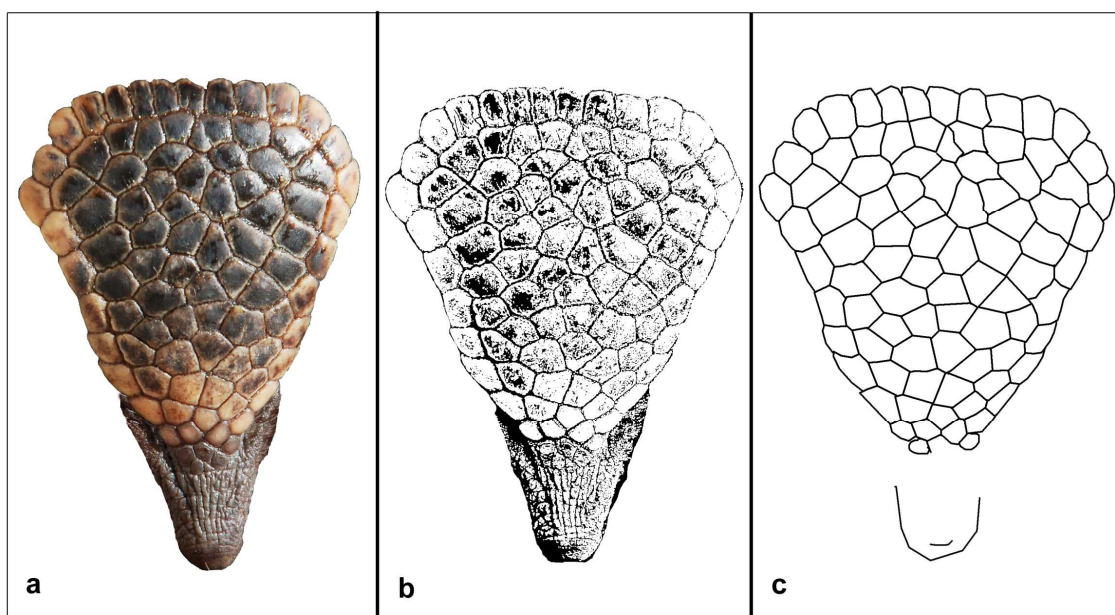


Figura 4.3. Imágenes del escudete cefálico de un ejemplar proveniente del sur de Mendoza: a) fotografía en la que puede observarse la desigual distribución de escamas claras y oscuras; b) imagen obtenida como resultado de la modificación de las curvas de la y c) límites esperados de un proceso de automatización.

4.4.2. Características geométricas de los escudete

Los 73 escudetes cefálicos digitalizados de modo supervisado fueron analizados mediante una prueba de regresión, demostrando ser altamente

variables en su relación largo-ancho ($r^2 = 0,24$, $F = 22,25$; $p < 0,005$, $b = 0,71$), en promedio más largos que anchos, siendo más variables en esta última medida.

El test de medianas (Wilcoxon) aplicado sobre los residuos de largo y ancho no agrupa a los escudetes analizados según su origen biogeográfico ($W = 603$, $p = 0,75$).

El número de osteodermos que conforma cada escudete fue altamente variable ($x = 87$, d. e. = 9,46, mediana = 85, moda = 84). En aspecto general, los 71 individuos sumaron 6350 osteodermos, de ellos aproximadamente el 68% son pequeños y medianos. Los osteodermos de tamaño muy pequeño no constituyeron más de un 10%, mientras que los muy grandes no fueron más del 7% del total. Esto brinda una distribución de frecuencias de tamaño asintótica negativa (Tabla 4.1), sin embargo, el análisis de la distribución de las clases de área para cada individuo muestra todo tipo de sesgos, volviéndose una herramienta valiosa en la comparación e identificación individual.

Tabla 4.1. Frecuencias de cada clase de osteodermos clasificados según su área porcentual.

	Clases de áreas	Límite inferior (%)	Límite superior (%)	Frecuencia	Porcentaje
1	Muy pequeños	0,01	0,5	572	9,0
2	Pequeños	0,5	1	2084	32,8
3	Medianos	1	1,5	2220	35,0
4	Grandes	1,5	2	1088	17,1
5	Muy grandes	2	a más	386	6,1

4.4.3. Evaluación en el terreno

Durante los dos años de muestreo de campo se recapturaron tres ejemplares de *Z. pichiy*. El ejemplar ZP1 se registró durante el verano de 2011, luego de nueve meses fue recapturado, tiempo en el que extravió el aro identificador pero se confirmó su identificación debido al pabellón auricular seccionado y al patrón de su escudete cefálico. El ejemplar ZP2 se capturó y recapturó con un día de diferencia, a 309 m de distancia en la primavera de 2011. El individuo ZP3 se capturó a inicios de la primavera para recapturarse dos meses después, identificándose ambos ejemplares a través del aro identificador.

Para el mismo período de estudio, se recapturaron dos ejemplares de *C. villosus*. El ejemplar denominado CV1 se registró con cuatro meses de diferencia dentro del año 2011 y manteniendo su aro identificadorio. El ejemplar CV2 fue encontrado a fines de octubre de 2009 para recapturarlo dos años después sin aro identificadorio, caso en que se recurrió a su identificación particular con una metodología similar sobre su diseño del escudete. Sin embargo, los osteodermos de su escudete son ornamentados y probablemente sea necesaria la aplicación de otra técnica de identificación de los osteodermos.

4.5. DISCUSIÓN

Una herramienta de identificación consta en la aplicación de marcas artificiales cuya información se incrementa desde una simple marca, múltiples – iguales o diferentes– hasta individuales. Las primeras distinguen sólo entre animales capturados y no capturados; múltiples marcas iguales adjudican cuántas veces un individuo ha sido capturado, mientras que marcas múltiples y distintas dicen además cuándo han ocurrido las recapturas. Las marcas únicas e individuales son las más valiosas, ya que además permiten recopilar información espacial de las actividades de un animal (Sutherland, 2006). Los aros identificatorios son buenas herramientas de identificación en el campo, ya que a través de los colores la identificación individual es inequívoca y rápida. Sin embargo, estos aros se extravían con el tiempo, en tal caso las marcas permanentes realizadas a través de la sección superior de la oreja resultaron distintivas de las especies revistadas, pero no identifican a los individuos.

La elección de la técnica a utilizar para identificar a los individuos debe evaluar cuidadosamente las implicancias éticas del procedimiento y la historia natural del grupo estudiado. Muchos filósofos han argumentado que la ética debe ser un componente esencial en el modo en que los humanos tratan a los animales (p. ej. Regan, 1983) y hoy en día todos los investigadores deben estar familiarizados con los códigos de ética. De hecho, la consistencia de sus investigaciones con dicho código influye en la decisión sobre la publicación de trabajos científicos (ASM/ACUC, 1998; ASAB/ABS, 2006).

El segundo aspecto que el investigador debe evaluar es el posible impacto que tiene la marca en el desarrollo de las actividades del individuo. Así, marcas visibles pueden alterar el comportamiento de un congénere sobre el individuo marcado y conducir a una alteración de su valor reproductivo, como también su detectabilidad por parte de un predador o una presa. Los investigadores deben trabajar continuamente para desarrollar nuevas técnicas que disminuyan los efectos de la investigación sobre el comportamiento de los animales, efectos que alteran los resultados de la propia investigación (Powel y Proulx, 2003). Esto es particularmente cierto en especies sobre las que se conoce muy poco sobre su comportamiento, como el caso de *Z. pichiy*.

Una excelente manera de evitar los efectos del marcaje es la utilización de la variabilidad natural en el fenotipo del piche. Las variables individuales analizadas el número, la forma y distribución de los osteodermos son tan heterogéneas que las combinatorias son muy altas, lo que postula esta técnica en el apoyo al reconocimiento individual en un estudio de captura y recaptura a largo plazo. El desarrollo específico de la técnica de reconocimiento de individuos de *Z. pichiy* a través de sus escudos cefálicos permitirá realizar un método semiautomatizado de reconocimiento de ejemplares, como también el análisis en profundidad de eventuales cambios en el escudete cefálico con la edad del ejemplar. Otra posibilidad radica en la comparación de patrones de diseño del escudete según diferentes especies de armadillos.

PARTE II

ECOLOGÍA DE LOS ARMADILLOS

CAPÍTULO 5. DISTRIBUCIÓN REGIONAL DE LAS TRES ESPECIES

5.1. INTRODUCCIÓN

5.1.1. Distribución de las tres especies de armadillos

Las distribuciones de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* ocurren mayormente en hábitats áridos y semiáridos de América del Sur. Se encuentran desde la Puna hasta las Pampas pasando por la Sabana, Estepa, Monte y Espinal, desde Bolivia y el sur del Mato Grosso en Brasil hasta la Patagonia (Wetzel, 1985b). Las primeras distribuciones geográficas de los armadillos fueron cartografiadas a modo de polígonos conteniendo las localidades de colecta de las especies, deduciendo sus hábitats preferenciales sobre la base de su ocupación biogeográfica (Wetzel, 1982; 1985b; Redford y Eisenberg, 1992; Figura 1.2).

La presencia de una especie comenzó a estimarse de modo más preciso cuando comenzaron a combinarse la información de colecta con los factores bióticos y abióticos de los ambientes que ocupan los armadillos. Estos métodos tienen como objetivo la identificación de áreas que satisfacen los requerimientos del nicho ecológico de la especie estudiada, es decir de la distribución potencial de la especie (Anderson y Martínez-Meyer, 2004). La distribución potencial es aquella que describe los espacios de un área de estudio con condiciones favorables para la supervivencia de la especie.

Un análisis ajustado sobre la distribución una especie posee importancia para las decisiones estratégicas o acciones referidas a conservación aplicada (Phillips *et al.*, 2004). Se realizaron trabajos evaluando las distribuciones de los xenartos aplicando modelos de ocurrencia a escalas regionales. El primer trabajo que analizó las distribuciones de los xenartos fue realizado en Brasil

(Anacleto *et al.*, 2006). En el mismo se estimó la ocurrencia de las especies aplicando un método de análisis binario, con el fin de detectar aquellas áreas prioritarias para la conservación de este grupo. En Argentina comenzaron a aplicarse modelos continuos basados en distribuciones de máxima entropía. El primero de ellos estimó el rango geográfico de los mamíferos típicos de la Ecorregión del Chaco, incluyendo armadillos como el tatú carreta (*Priodontes maximus* Kerr, 1792) y el matabola (*Tolypeutes matacus*) (Torres y Jayat, 2010). Esta aplicación es una estimación robusta del estado de conservación de las especies, en este caso una ecorregión que posee una de las tasas más altas de transformación ambiental. Tognelli *et al.* (2011) aplicaron el principio de máxima entropía para representar la distribución de los xenartros en las áreas naturales protegidas del país. En dicho trabajo se identificaron las áreas con prioridad de conservación para los xenartros, además de brindar información potencialmente útil frente a la posibilidad de expansión de futuras áreas a conservar. Otra aplicación la constituye Abba *et al.* (2012), quienes compilaron la información existente sobre la distribución de los xenartros en Argentina para obtener aquellas áreas de distribución potencial, analizando patrones de riqueza de especies de xenartros en el país.

5.1.2. Área de estudio

Las ecorregiones son grandes áreas, relativamente homogéneas y que ocupan un dominio de escala global. Cada ecorregión posee comunidades naturales con un gran número de especies y condiciones en común. Estas condiciones derivan en un conjunto geográficamente distintivo de comunidades, que comparten dinámicas ecológicas e interactúan de manera determinante para su subsistencia a largo plazo (Brown y Pacheco, 2006).

La superficie de Mendoza abarca cuatro ecorregiones (Tabla 5.1). El Monte de Llanuras y Mesetas abarca la mayor superficie de Mendoza (56%) y se extiende en sentido Norte-Sur, ubicada al este de la provincia. La Estepa Patagónica y Estepa Andina Austral ocupan un 20,5% de la provincia cada una. La Estepa Patagónica se ubica en el Sur como un ingreso estrecho siguiendo el piedemonte hacia el Norte. La Estepa Andina Austral abarca el sector montañoso, ubicado al oeste de la provincia extendiéndose de norte a sur de

Mendoza. Finalmente, el Monte de Sierras y Bolsones se localiza hacia el Noroeste y ocupa cerca del 3% de la provincia (Figura 5.1).

Tabla 5.1. Biomas y ecorregiones presentes en Mendoza.

Biomas y Ecorregiones
<p>Bioma: Bosque templado de frondosas (NT08)</p> <p>Pastizales, sabanas y arbustales templados del Neotrópico</p> <p>Ecorregión de Estepa Patagónica (NT0805)</p> <p>En Mendoza ocupa la porción semiárida del Distrito biogeográfico de Payunia. Se presenta como estepa arbustiva-graminosa, compartiendo con el Distrito occidental de Patagonia algunos arbustos (<i>Mulinum spinosum</i>, <i>Senecio filaginoides</i>, <i>Adesmia volkmanni</i>) y gramíneas (<i>Stipa speciosa</i>, <i>S. humilis</i>, <i>Poa ligularis</i>), y otras especies con la Región del Monte. La dominancia de especies vegetales varía en función del sustrato, la elevación y la topografía (Paruolo <i>et al.</i>, 2005).</p> <p>Ecorregión de Monte de Llanuras y Mesetas (NT0802)</p> <p>En esta ecorregión prevalecen los llanos y extensas mesetas escalonadas, con alturas entre 0 y 1000 msnm. Dominan arbustales de jarillas (<i>Larrea</i> sp.) acompañadas por otras especies y no se encuentran grandes cactáceas. Toda la extensión del Monte presenta aridez, composición florística y faunística homogéneas, clima cálido y seco con gran variación térmica, diaria y estacional. En el extremo oriental de Mendoza se observan elementos florísticos y faunísticos chaqueños en la porción norte, donde esta ecorregión limita con el Chaco seco y elementos del Espinal en la porción sur.</p> <p>Bioma: Praderas y matorrales de montaña (NT10)</p> <p>Pastizales y arbustales de montaña del Neotrópico</p> <p>Ecorregión de Monte de Sierras y Bolsones (NT1010)</p> <p>Ocupa laderas bajas y valles longitudinales, continuados hacia el Sur por cuencas cerradas (bolsones) y por valles intermontanos. En los bolsones, que no presentan agua permanente, se distinguen distintos paisajes con vegetación y suelos característicos (huayquerías, barriales, medanales y salares). Dominan jarillas (<i>Larrea</i> sp.) y algarrobos (<i>Prosopis</i> sp.) junto a otros arbustos y se presenta diversidad de cactáceas –algunas de enorme tamaño– y otras especies megatérmicas, en gran parte endémicas.</p> <p>Ecorregión de Altos Andes (NT1008)</p> <p>Se encuentra en las Cordilleras Principal, Frontal y en la Precordillera, entre 3500 y 5000 msnm al Norte y entre 1800 y 3000 msnm al Sur. Las mayores elevaciones están cubiertas de nieve y hielo. Presenta clima desértico frío, seco y ventoso, con precipitaciones principalmente invernales. La vegetación está adaptada a este riguroso clima y muchas de las especies son endémicas.</p>

Distribución regional de las tres especies

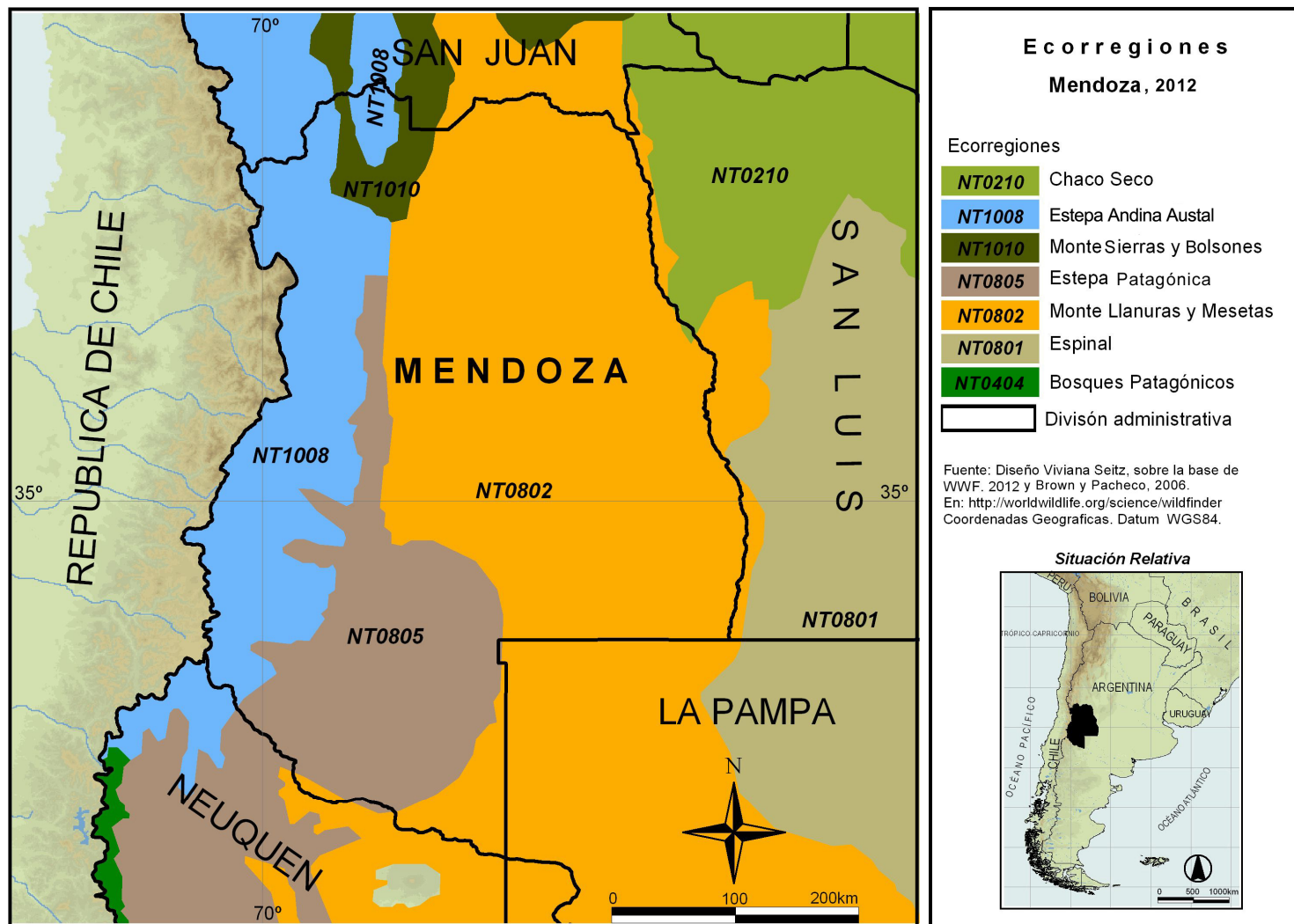


Figura 5.1. Ecorregiones representadas en Mendoza. Modificado de Brown y Pacheco (2006) y WWF (2012).

Las ecorregiones son el nivel de organización biológica más apropiado para conservar la variabilidad de especies, de ecosistemas y de sus funciones. Incluso, es posible encontrar características socioculturales propias de una ecorregión asociadas al desarrollo histórico de las sociedades en interacción con el medio natural en el que viven (Brown y Pacheco, 2006).

5.4.3 Objetivos, hipótesis y marco metodológico

El objetivo general del presente capítulo fue definir las relaciones más probables entre las tres especies de armadillos y el ambiente que ocupan en Mendoza, al fin de identificar las condiciones ecológicas más importantes en la regulación de sus distribuciones. La delimitación de las áreas idóneas para la presencia de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* permitirá contrastar sus hábitats potenciales con la distribución y extensión de las áreas protegidas existentes, detectando así el estado de inclusión de la protección formal de la provincia sobre las poblaciones de estas especies de armadillos. Para cumplir con esta meta se definieron los siguientes objetivos particulares:

5.1. Definir las variables ambientales que mejor expliquen las distribuciones de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* en la provincia de Mendoza.

5.2. Generar modelos de distribución con las variables más explicativas y analizar la integridad de dichos modelos para cada especie.

5.3. Cuantificar la relación entre cada especie de armadillo y los atributos biofísicos del área de estudio.

5.4. Identificar y representar la distribución óptima para *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* en la provincia.

5.5. Evaluar el grado de representación de los quirquinchos en áreas naturales protegidas formalmente en Mendoza, a fin de recomendar pautas para optimizar su manejo y conservación.

En el marco del conocimiento de la distribución de las especies de armadillos y la heterogeneidad del área de estudio a nivel regional, se postularon dos hipótesis para esta sección del estudio:

H_{5.1}. la distribución de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* en la provincia de Mendoza no es azarosa, sino que está ligada a la estructura del hábitat. Así, las áreas habitables por poblaciones de estas especies responden a recursos, factores limitantes o disturbios que ocurren en el ambiente.

H_{5.2}. El hábitat se compone de variables distribuidas en patrones susceptibles de ser representados. Estas representaciones numéricas pueden ser utilizadas para definir el ambiente, de acuerdo al dominio de escala regional analizado serán principalmente climáticas y topográficas.

Para analizar estos objetivos se modelaron las distribuciones de las tres especies de armadillos utilizando el análisis de máxima entropía, se localizaron las áreas de mayor probabilidad de ocurrencia para los quirquinchos y se compararon con las áreas de la provincia con protección formal según el marco legislativo ambiental.

5.2. MÉTODOS

5.2.1. Colecta de localidades

Las distribuciones de las tres especies de armadillos se modelaron utilizando la técnica Maxent, considerando las localidades de captura y avistajes dentro de la provincia (Capítulo 2, sección 2.2.1). Se recolectaron los registros en museos y colecciones científicas de Mendoza con la expectativa de aumentar el número de localidades con capturas documentadas. Sin embargo, esos registros no fueron utilizados por tener más de 20 años de antigüedad o bien sus coordenadas geográficas no provienen de una fuente confiable, algo que puede alterar la fidelidad del modelo (Phillip *et al.*, 2006). Las localidades incluyeron los registros de procedencia efectuados por guardaparques, las localidades de colecta durante el estudio de posgrado de Superina (2007) y los sitios donde se efectuaron las capturas de individuos durante el período de la presente investigación.

5.2.2. Selección de variables ambientales

Se utilizaron las variables climáticas disponibles de la base de datos *WorldClim* (www.worldclim.org), que posee una colección de datos

climáticos globales con ubicación geoespacial. Entre ellas se encuentran variables bioclimáticas que representan aspectos ambientales de posible significado biológico. Las variables bioclimáticas son relaciones entre los valores de temperatura y precipitación, como tendencias anuales, estacionalidad y factores ambientales limitantes (Hijmans *et al.*, 2005). A estas 19 grillas se adjuntó la elevación del terreno por considerarse covariable de las climáticas. Otra variable utilizada fue la caracterización edafológica, que consta de 30 clases discretas de suelo definidas por su naturaleza (Moscatelli *et al.*, 1990). La distribución de las ecorregiones fue interpretada como variable categórica en representación de los tipos mayores de ambientes (Burkart *et al.*, 1999). La capa espacial de áreas de la provincia con protección formal (Atlas SIGDesert, 2012) aportó información sobre la clasificación de parques, reservas y monumentos provinciales.

De acuerdo a lo definido en el Capítulo 2, sección 2.2.2, los modelos de cada especie se generaron como promedio de 10 repeticiones. En cada repetición se dividió aleatoriamente los puntos de presencia en un 75% de localidades de entrenamiento y un 25% como localidades de evaluación. Las funciones de inclusión de las variables al modelo se mantuvieron por defecto, junto a un máximo de 500 iteraciones, un umbral de convergencia de 10^{-5} y el múltiplo regularizador con valor de 1. La importancia de las variables se dedujo de la contribución de la misma a la distribución de probabilidades, junto a los modelos individuales y excluyentes de la prueba de Jackknife.

Se realizaron análisis de correlación entre variables ambientales a fin de testear si la variación de una determinada variable es explicada por su relación con otra variable ambiental. Se aplicaron las fórmulas de la línea de ajuste que mejor represente una posible relación, aplicando la herramienta de correlación entre capas *ráster* del programa GvSIG versión 1.12 (www.gvsig.org).

Se evaluó el ajuste de los modelos sobre la base de las pruebas de reclasificación de las localidades de captura, como también la capacidad predictiva de los modelos en función de su comportamiento a diferentes umbrales de corte. Los modelos binarios de presencia o ausencia se construyeron aplicando la ganancia mínima de entrenamiento como umbral de corte sobre la predicción continua.

A fin de obtener el área de distribución compartida por las tres especies, se intersectaron las grillas resultantes de los modelos calculados. El resultado final se comparó con la localización de las áreas protegidas de la provincia de Mendoza. El mapa de distribución para cada especie se construyó con el total de localidades para favorecer la interpretación visual del análisis.

5.3. RESULTADOS

Las localidades contabilizaron un total de 244 para *Z. pichiy*, 36 para *C. villosus* y 26 para *C. vellerosus*. Los resultados obtenidos de la aplicación de Maxent se expresan en el Anexo V. Los valores de los modelos promedio evidenciaron un adecuado desempeño de la técnica de modelación (Tabla 5.2). El valor de ganancia de entrenamiento tuvo un promedio de 2,25 para las tres especies. Es decir que una localidad de colecta fue predicha como presencia en el píxel de la grilla con una probabilidad de $\exp^{(2,25)} \approx 9,49$ veces mayor que lo esperado por azar. El índice AUC tuvo un valor cercano a 0,97, en una selección aleatoria sobre los datos positivos el 97% de las veces tuvieron un puntaje mayor en una selección sobre datos negativos. El ajuste del modelo se dedujo de los índices AUC junto al valor de entropía, en este caso *C. villosus* obtuvo un mayor ajuste, seguido por *C. vellerosus* y por último *Z. pichiy*.

Tabla 5.2. Valores de ajuste de los modelos Maxent promedio para cada especie de quirquincho.

	<i>Z. pichiy</i>	<i>C. villosus</i>	<i>C. vellerosus</i>
Modelo de entrenamiento			
Localidades de entrenamiento	183	27	20
Ganancia de entrenamiento regularizada (sin regularizar)	2,10 (2,60)	2,40 (3)	2,20 (2,9)
Índice AUC	0,97	0,97	0,98
Entropía	7,13	6,78	6,99
Modelo de evaluación			
Localidades de evaluación	61	9	6
Ganancia de prueba	2,28	3,13	2,39
Índice AUC (desvío estándar)	0,95 (0,01)	0,96 (0,03)	0,96 (0,02)

5.3.1. Variables ambientales

5.3.1.i. Análisis de correlación

El análisis de correlación entre variables ambientales destacó el grado de relación entre ellas (Tabla 5. 3). Las temperaturas extremas, máximas y mínimas mensuales y trimestrales, explicaron en gran parte a las temperaturas anuales promedio. La estacionalidad estuvo relacionada con las temperaturas extremas y con el rango de temperaturas anuales. Debido a ello, las temperaturas extremas mensuales y trimestrales se correlacionaron entre sí. Las temperaturas del trimestre más húmedo estuvieron altamente relacionadas a las temperaturas de los trimestres más cálidos y más fríos. En cuanto a las precipitaciones, el promedio anual está relacionado con las lluvias de los meses más húmedos, mientras que estas dos a su vez se relacionan a las precipitaciones de los meses más fríos.

5.3.1.ii. Variables importantes en los modelos de cada especie

La estimación de la importancia relativa de las variables se realizó principalmente sobre la contribución a la ganancia, a los modelos excluyentes y en menor medida, a los modelos individuales pertenecientes a la prueba de Jackknife (Tabla 5.4).

Para la distribución de *Z. pichiy*, la variable más importante fue la precipitación anual promedio, ya que es la que más contribuyó al modelo, la que más aportó a la ganancia del mismo y cuya información no estuvo explicada por otras variables. El segundo estimador importante también fue una variable relacionada con las precipitaciones, en este caso las lluvias del mes más húmedo. La tercera variable en orden de importancia fueron las temperaturas del trimestre más seco, que según el modelo excluyente tendría mayor importancia incluso las precipitaciones del mes más húmedo. Aunque los suelos no aportaron de modo sustancial a la distribución, el modelo excluyente indica la importancia de esta variable en la distribución espacial del piche patagónico.

Distribución regional de las tres especies

Tabla 5.3. Valores de r_2 obtenidos de los análisis de correlación entre variables ambientales, en formato ráster. Los altos valores de correlación se expresan resaltados. Definición de variables = **ecorreg**: ecorregiones, **Temperaturas**= **bio 1**: \bar{x} anual, **bio 2**: rango \bar{x} diurno, **bio 3**: isothermalidad, **bio 4**: estacionalidad, **bio 5**: máximo del mes más cálido, **bio 6**: mínimo del mes más frío, **bio 7**: rango anual, **bio 8**: \bar{x} en los tres meses más húmedos, **bio 9**: \bar{x} en los tres meses más secos, **bio 10**: \bar{x} en los tres meses más cálidos, **bio 11**: \bar{x} en los tres meses más fríos, **Precipitaciones**= **bio 12**: \bar{x} anual, **bio 13**: \bar{x} del mes más húmedo, **bio 14**: \bar{x} del mes mas seco, **bio 15**: estacionalidad, **bio 16**: \bar{x} en los tres meses más húmedos, **bio 17**: \bar{x} en los tres meses más secos, **bio 18**: \bar{x} en los tres meses más cálidos, **bio 19**: \bar{x} en los tres meses más fríos.

	eleva	suelo	ecorreg	bio 1	bio 2	bio 3	bio 4	bio 5	bio 6	bio 7	bio 8	bio 9	bio 10	bio 11	bio 12	bio 13	bio 14	bio 15	bio 16	bio 17	bio 18
elevación	1																				
suelo	0,04	1																			
ecorreg	0,16	0,01	1																		
bio 1	0,55	0,07	0,12	1																	
bio 2	0,33	0,05	0,25	0,22	1																
bio 3	0,57	0,16	0,07	0,69	0,08	1															
bio 4	0,66	0,17	0,21	0,68	0,48	0,77	1														
bio 5	0,58	0,08	0,16	0,97	0,34	0,68	0,78	1													
bio 6	0,47	0,02	0,08	0,93	0,11	0,51	0,45	0,87	1												
bio 7	0,69	0,16	0,23	0,66	0,64	0,64	0,96	0,78	0,42	1											
bio 8	0,52	0,11	0,12	0,85	0,22	0,72	0,71	0,82	0,67	0,70	1										
bio 9	0,00	0,02	0,00	0,08	0,01	0,00	0,00	0,07	0,21	0,00	0,01	1									
bio 10	0,56	0,08	0,14	0,99	0,26	0,72	0,76	0,99	0,89	0,73	0,86	0,06	1								
bio 11	0,52	0,05	0,10	0,99	0,17	0,61	0,57	0,94	0,97	0,56	0,80	0,11	0,96	1							
bio 12	0,07	0,04	0,14	0,12	0,08	0,11	0,19	0,11	0,05	0,16	0,15	0,04	0,13	0,09	1						
bio 13	0,10	0,10	0,17	0,13	0,23	0,12	0,29	0,15	0,04	0,29	0,19	0,07	0,16	0,10	0,91	1					
bio 14	0,16	0,02	0,01	0,21	0,04	0,11	0,02	0,13	0,25	0,01	0,19	0,01	0,17	0,24	0,11	0,01	1				
bio 15	0,02	0,05	0,15	0,01	0,41	0,02	0,17	0,03	0,00	0,21	0,02	0,08	0,02	0,00	0,22	0,45	0,26	1			
bio 16	0,07	0,08	0,16	0,10	0,19	0,10	0,24	0,11	0,03	0,24	0,16	0,08	0,12	0,07	0,93	0,99	0,02	0,41	1		
bio 17	0,14	0,02	0,00	0,19	0,07	0,12	0,02	0,11	0,23	0,01	0,18	0,01	0,16	0,23	0,13	0,02	0,96	0,28	0,02	1	
bio 18	0,35	0,24	0,01	0,39	0,07	0,47	0,36	0,36	0,27	0,35	0,54	0,04	0,39	0,35	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02	1
bio 19	0,45	0,18	0,09	0,34	0,20	0,37	0,48	0,33	0,17	0,46	0,49	0,10	0,37	0,29	0,72	0,79	0,10	0,22	0,78	0,10	0,26

Tabla 5.4. Contribución de las variables ambientales continuas y categóricas (identificadas con *) a los modelos de las tres especies de quirquinchos en Mendoza. En las columnas se expresa la ganancia de los modelos de entrenamiento, modelos excluyentes e individuales. Los valores más importantes se muestran en negro remarcado, mientras que la variable más importante se encuentra resaltada.

		<i>Zaedyus pichiy</i>			<i>ChaetophRACTUS villosus</i>			<i>ChaetophRACTUS vellerosus</i>		
		Contribución	Excluyente	Individual	Contribución	Excluyente	Individual	Contribución	Excluyente	Individual
Elevación del terreno		1,46	2,10	0,84	1,15	2,43	0,70	3,74	2,20	1,20
Ecorregiones (*)		6,11	2,10	0,53	9,79	2,43	0,48	29,55	2,22	0,73
Tipos de suelo (*)		2,93	2,09	0,42	45,32	1,87	1,20	8,24	2,02	0,56
Temperatura	Promedio anual	2,24	2,11	0,76	0,09	2,43	0,86	0,27	2,22	1,06
	Rango promedio diario	7,84	2,10	0,59	1,29	2,42	0,30	0,42	2,22	0,29
	Isotermalidad	0,09	2,11	0,48	0,44	2,43	0,86	1,22	2,22	0,91
	Estacionalidad	7,90	2,10	1,03	0,56	2,42	0,92	0,45	2,22	1,17
	Máx. del mes más cálido	0,20	2,11	0,61	1,60	2,43	0,77	1,86	2,21	0,93
	Mín. del mes más frío	1,18	2,11	0,64	0,00	2,43	0,53	0,10	2,22	0,76
	Rango anual	1,45	2,10	0,65	4,01	2,38	0,56	6,60	2,12	1,07
	Prom. en los tres meses más húmedos	0,47	2,11	0,52	2,17	2,43	0,85	4,04	2,21	1,07
	Prom. en los tres meses más secos	9,27	2,08	0,40	0,30	2,42	0,35	0,00	2,22	0,36
	Prom. en los tres meses más cálidos	0,16	2,11	0,67	0,35	2,43	0,86	0,13	2,22	1,05
	Prom. en los tres meses más fríos	2,31	2,11	0,69	0,00	2,43	0,72	0,05	2,22	0,97
	Promedio anual	23,38	2,06	1,06	9,80	2,30	0,80	1,81	2,20	0,63
Precipitaciones	Promedio del mes más húmedo	17,67	2,10	0,75	0,87	2,42	0,64	2,65	2,22	0,78
	Promedio del mes más seco	1,89	2,10	0,58	0,55	2,42	0,66	0,63	2,22	0,90
	Estacionalidad	0,32	2,10	0,55	0,04	2,43	0,26	0,00	2,22	0,43
	Prom. en los tres meses más húmedos	4,59	2,11	0,75	0,10	2,43	0,66	2,55	2,22	0,72
	Prom. en los tres meses más secos	1,50	2,10	0,70	0,49	2,43	0,60	1,12	2,21	0,83
	Prom. en los tres meses más cálidos	5,31	2,10	0,70	12,41	2,42	0,84	2,50	2,22	0,93
	Prom. en los tres meses más fríos	1,74	2,11	0,94	8,68	2,42	1,08	32,06	2,21	1,30

La distribución de *C. villosus* estuvo explicada principalmente por los tipos de suelo, cuyas clases aportaron valiosa información que no estuvo contenida en las variables climáticas. Comparadas con la naturaleza del suelo, las restantes variables aportaron de modo secundario y ninguna aportó de modo remarcable en las tres pruebas en conjunto. Las precipitaciones promedio de los tres meses más cálidos contribuyeron con alrededor de un 12% a la distribución, aunque los valores de los modelos excluyentes e individuales no la sustentan de modo marcado. En tercer lugar de importancia se encuentra el promedio de precipitaciones anuales, mientras que el rango de temperatura anual ha sido importante sólo para los modelos excluyentes.

En los modelos de *C. vellerosus* la contribución a la ganancia expresó que las precipitaciones de los tres meses más fríos contribuyeron de modo significativo a la distribución. Su presencia también estuvo contenida en las ecorregiones, esta variable explicó alrededor del 30% de su distribución. Sin embargo y de acuerdo a los modelos excluyentes, el aporte de las ecorregiones a la distribución de probabilidades está contenido en otras variables. Para estos modelos que analizan la influencia de las variables en su conjunto, la naturaleza del suelo es la variable que mayor información aporta a la explicación del hábitat de esta especie, aunque aporte menos del 10% a su distribución de probabilidades.

5.3.1.iii. Rangos ambientales que ocupa cada especie

Para definir los rangos ambientales que ocuparon los eufRACTINOS a escala regional, se analizaron las curvas de respuesta de las variables ambientales más importantes. Los gráficos representados en la Figura 5.2 forman parte de los resultados obtenidos con Maxent, con el fin de representar la distribución de probabilidades de los modelos individuales. Sobre los mismos se han definido los umbrales de corte de presencia mínima de entrenamiento (PME, ver más adelante Tabla 5.5) según la especie, por encima de los cuales se consideró que la especie tiene probabilidad de estar presente.

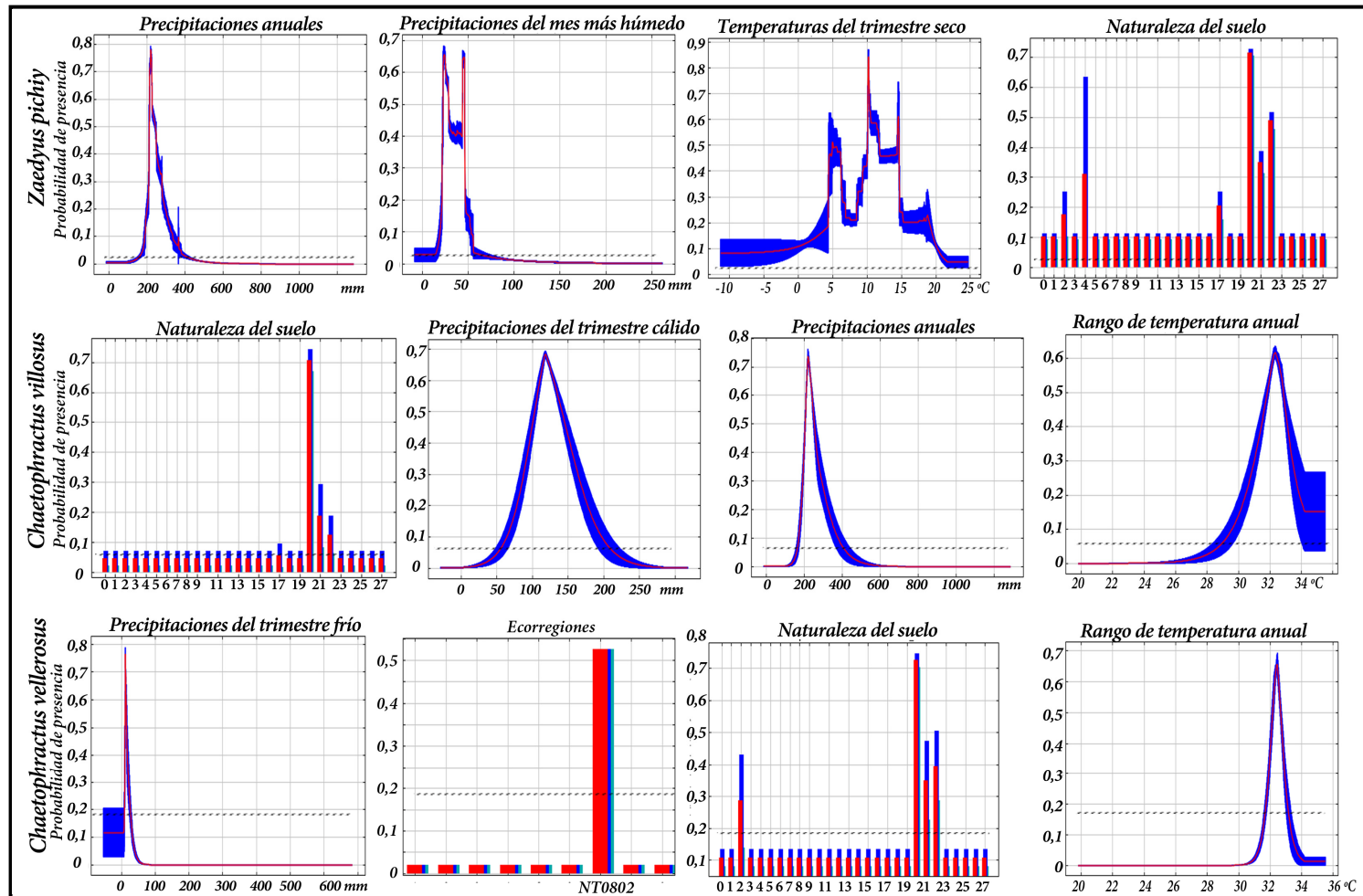


Figura 5.2. Gráficos de probabilidades de presencia de cada especie en relación a las variables más importantes de sus modelos. En rojo se muestra el valor promedio de las 10 repeticiones, con su desvío estándar en azul. La línea punteada muestra el valor del umbral PME. Codificación del tipo de suelos: **2=** calciortides; **4=** fluvacuantes; **17=** roca; **20=** torrifluventes; **21=** torriortentes; **22=** torripsamentes. **Ecorregiones:** **NT0802=** Monte de Llanuras y Mesetas.

Los rangos de las precipitaciones anuales de la región que ocupó *Z. pichiy* oscilaron entre 200 y 390 mm, con un máximo de probabilidad de presencia muy cercano a los 200 mm anuales. La segunda variable en importancia indicó que el piche patagónico se distribuyó en las regiones con lluvias entre 15 y 55 mm ocurridas durante su mes más húmedo. La tercera variable ambiental permitió observar esta especie ocupó zonas con amplio rango de temperaturas durante su trimestre más seco –desde los -10 a los 25 °C–, con un máximo de presencia entre los 5 y los 15 °C. La naturaleza de los suelos indicó que *Z. pichiy* se localizó en suelos torrifluventes, torripsamentes y ocupó algunas zonas con rocas de origen volcánico en la región sur de su distribución provincial, como así también en los suelos del grupo de los fluvacuentes y calciortides.

La variable ambiental más importante para *C. villosus* fue la naturaleza del suelo, esta especie se encontró principalmente en sedimentos torrifluventes, torriortentes y en menor medida torripsamentes. Las precipitaciones de los tres meses más cálidos también tuvieron su aporte significativo. El peludo se localizó en regiones con lluvias de verano entre 50 y 200 mm, con un máximo de probabilidades de ocurrencia en el rango entre 100 y 150 mm. Las precipitaciones anuales promedio también tuvieron importancia, el rango que ocupó osciló entre 190 hasta los 400 mm, con un máximo de probabilidad de presencia muy cercano a los 200 mm anuales. Por último, las temperaturas anuales indicaron que *C. villosus* se encontró en regiones de mayor amplitud, entre los 29 a los 36 °C, con un máximo de probabilidad de presencia cercano a los 32,5 °C de temperatura ambiental.

Los modelos de distribución de *C. vellerosus* indicaron a las precipitaciones del trimestre más frío como la variable más importante. Esta especie se localizó en regiones con lluvias invernales entre 5 y 30 mm, obteniendo una mayor probabilidad en los 5 mm de lluvias trimestrales. El piche llorón se encontró exclusivamente acotado a la ecorregión del Monte de Llanuras y Mesetas. La naturaleza del suelo indicó que esta especie se encontró en suelos torrifluventes, torripsamentes, torriortentes y en menor medida en calciortides. Por último, el rango de temperaturas anuales indicó que

C. vellerosus se localizó en regiones con temperaturas entre 31,9 a 33,5 °C con un máximo de probabilidades localizado a los 32,5 °C.

Debido a que dos de las variables de importancia fueron compartidas por las tres especies, se compararon sus rangos ocupados. La precipitación anual promedio fue importante para *Z. pichiy* y *C. villosus*, ambas especies obtuvieron un máximo muy similar, mientras que el peludo se encontró en un rango más amplio. Para *C. vellerosus* las lluvias anuales obtuvieron cierta importancia para los modelos excluyentes, el cual registró un rango entre 180 a 320 mm anuales (Anexo V), es decir más árido que las restantes especies. La naturaleza del suelo también pudo compararse entre especies. Los torrifluventes fueron los suelos entisoles más utilizados. Otro grupo de sedimentos utilizados por los eufractinos fueron los torriortentes y los torripsamentos. Las localidades de *Z. pichiy* y *C. vellerosus* se encontraron además en suelos cálcicos del orden de los aridisoles. Dentro de este orden, el piche patagónico y el piche llorón ocuparon los calciortides.

5.3.2. Evaluación de los modelos

Los valores de las 10 repeticiones generadas fueron significativamente mejores que un modelo al azar a cualquier valor de umbral fijo y para las tres especies (Tabla 5.5). Esto indicó que los modelos representaron una buena estimación del área idónea para la ocupación de los eufractinos en Mendoza, ya que la estimación no decrece con valores de umbral menores. Las tasas de omisión de evaluación indicaron que el máximo de localidades reasignadas como negativas fue de un 12% y ocurrió para los modelos de *C. villosus* con un umbral de corte de 10. Para los restantes modelos, el mínimo de localidades erróneamente reclasificadas fue nulo.

Se seleccionó el umbral de presencia mínima de entrenamiento (PME) para indicar el límite entre presencia y ausencia. Dicho umbral indicó a los píxeles con ausencia para el modelo de *Z. pichiy* a aquellos con valor de ganancia inferior a 0,01. El área predicha indicó que el 53% de la superficie fue clasificada apta para ser habitada por esta especie.

Tabla 5.5. Valores de la prueba binomial para las tres especies de armadillos a diferentes umbrales de corte. PME: valor de probabilidad para la presencia mínima de entrenamiento.

Parámetros	<i>Zaedyus pichiy</i>				<i>Chaetophractus villosus</i>				<i>Chaetophractus vellerosus</i>			
	Valor acumulativo fijo		PME		Valor acumulativo fijo		PME		Valor acumulativo fijo		PME	
Umbral acumulativo	1,00	5,00	10,00	1,08	1,00	5,00	10,00	6,21	1,00	5,00	10,00	19,49
Umbral logístico	0,01	0,05	0,10	0,01	0,01	0,03	0,07	0,04	0,02	0,07	0,13	0,25
Fracción de área predicha	0,46	0,22	0,14	0,53	0,42	0,24	0,15	0,23	0,27	0,17	0,12	0,09
Tasa de omisión de entrenamiento	0,01	0,01	0,04	0,00	0,00	0,03	0,07	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
Tasa de omisión de evaluación	0,02	0,04	0,08	0,01	0,01	0,09	0,12	0,04	0,02	0,07	0,07	0,07
Valor <i>p</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000

El modelo de *C. villosus* tuvo un umbral PME con un valor de probabilidad del píxel de 0,04, por debajo del cual los píxeles se clasificaron como no aptos para su presencia. El área de estudio obtuvo un 23% de superficie idónea para *C. villosus*.

Las localidades de presencia *C. vellerosus* obtuvieron un valor de ganancia igual o superior a 0,19. Dicho umbral delimitó un área apta para su presencia, la cual correspondió a un 9% de la superficie de Mendoza.

5.3.3. Mapas de distribución predictiva

Todas las localidades para cada especie, junto al total de variables, fueron aplicadas en el cálculo de las distribuciones de probabilidades expresadas en la cartografía. Para recortar sólo las áreas de presencia, se seleccionaron los píxeles con valor superior al umbral PME (0,01 para *Z. pichiy*, 0,04 para *C. villosus* y 0,19 para *C. vellerosus*) (Figura 5.3).

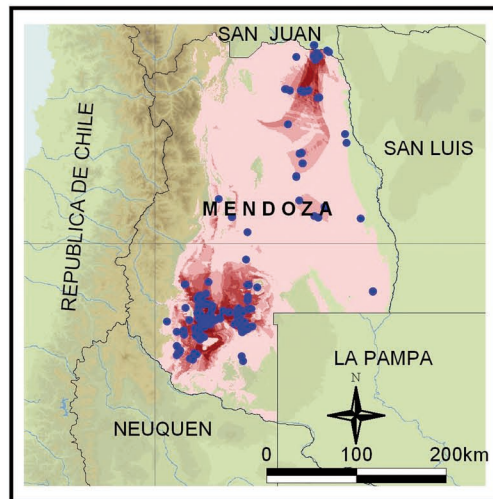
Para las tres especies de armadillos existió un acuerdo entre las localidades de colecta de y la distribución continua de probabilidades, algo que se corrobora con la inspección visual. De acuerdo a este estudio, el hábitat idóneo de *Z. pichiy* abarcó el área ubicada desde el suroeste hacia el noreste de la provincia, ocupando las cuatro ecorregiones. Esta área bordeó el piedemonte sin contactar con Chile y se distribuyó hacia las provincias vecinas en todas sus fronteras. Sus localidades se concentraron en dos focos de mayor probabilidad, mientras que la región este de Mendoza no representó una zona importante para esta especie.

La distribución de *C. villosus* se observó como un área fragmentada y sus localidades congruentes a la distribución predictiva. Su distribución también contactó hacia las provincias limítrofes, pero de un modo más estrecho y acotado en la región sur. En el sector este y centro de la provincia se observó una situación similar a *Z. pichiy*, con localidades en un ambiente de baja idoneidad.

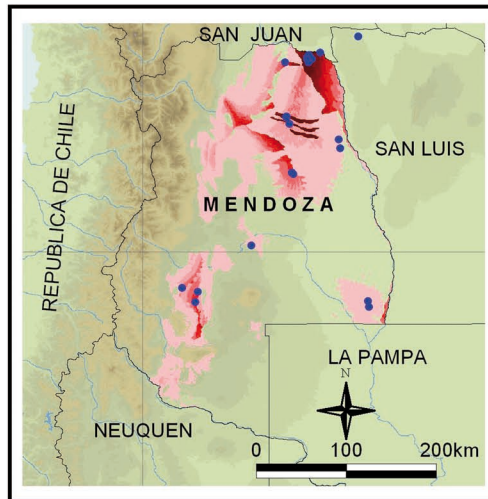
Página 99-100: Figura 5.3. Distribución geográfica potencial del hábitat idóneo para las tres especies de armadillos en Mendoza.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ARMADILLOS EN LA PROVINCIA DE MENDOZA. 2012

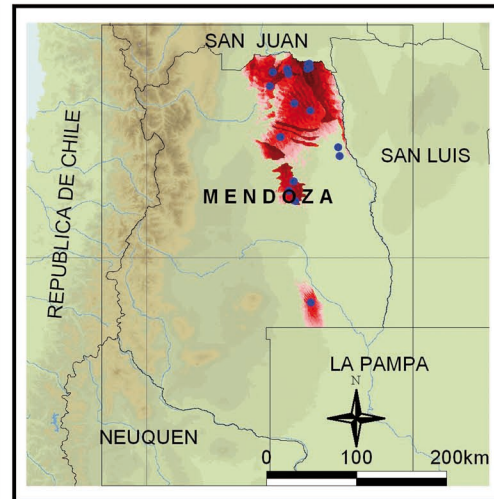
Zaedyus pichiy



Chaetophractus villosus

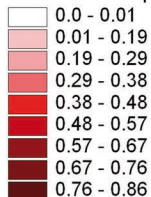


Chaetophractus vellerosus



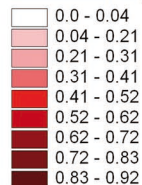
● Localidades de avistaje y captura

Distribución de probabilidades



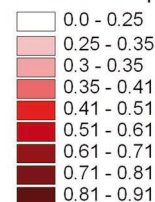
● Localidades de avistaje y captura

Distribución de probabilidades



● Localidades de avistaje y captura

Distribución de probabilidades



Fuente: Elaboración Viviana P. Seitz 2012.

Situación Relativa
Provincia de Mendoza



El hábitat óptimo para *C. vellerosus* también se presentó de modo fragmentado en dos sectores. Su distribución no tuvo regiones de baja probabilidad como ocurrió en las predicciones de las otras especies. Su distribución se extendió desde el noreste hacia el este-sureste de Mendoza, sin contactar con Neuquén y exclusivamente en la ecorregión del Monte, siguiendo una región compacta que incluyó a todas las localidades de colecta.

El área de distribución compartida entre los tres armadillos obtenida por intersección de los mapas de presencia de cada especie, abarcó una superficie de 19.000 km² y se ubicó dentro de la ecorregión de Monte. Esta área estuvo concentrada en el noreste de la provincia y en contacto con las provincias de San Juan y San Luis.

5.3.4. Distribución de las especies en las áreas protegidas

Mendoza posee 14 áreas naturales que comprenden diferentes categorías de jurisdicción: parques provinciales, monumentos culturales, reservas culturales y naturales. Estas áreas con diferentes marcos legislativos se encuentran en poder del Estado provincial o bien son terrenos privados regulados en cierto grado por el Gobierno de Mendoza (Tabla 5.6).

La distribución compartida por las tres especies de armadillos está presente en aquellas dos áreas naturales destinadas a la preservación del ecosistema del Monte: la Reserva de Bosques Telteca (Dpto. Lavalle) y la Reserva de Biósfera de Ñacuñan (Dpto. Santa Rosa) (Figura 5.4). Los resultados indicaron que Telteca representa un 2% del área compartida, mientras que Ñacuñan preserva el 0,7% de la distribución de las tres especies de armadillos. Es decir que un 2,7% del área idónea para estas especies tiene marco de protección bajo el régimen de áreas naturales provinciales.

La distribución compartida de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* se encuentra también contenida en otro tipo de jurisdicción ambiental de aplicación internacional, designada por las Naciones Unidas como Sitio Ramsar Lagunas de Guanacache, del Desaguadero y del Bebedero (www.ambiente.gob.ar). Este sitio se localizó en Lavalle y representó el 12 % de la superficie en común para las tres especies.

Tabla 5.6. Áreas con legislación de protección ambiental provincial. Se identificó la ecorregión que representan y las superficies que ocupan en Mendoza. Modificado de Atlas SIGDesert, 2012.

Ecorregión	Área Protegida	Superficie (ha)	% del total
Estepa Alto Andina	Parque Provincial Aconcagua	65.003	8,00
	Monumento Natural Puente del Inca	115	0,01
	Reserva Cultural y Paisajística Manzano Histórico	1.090	0,13
	Monumento Natural Caverna de las Brujas	131	0,02
	Monumento Natural Castillos de Pincheira	469	0,06
	Parque Provincial Volcán Tupungato	203.877	25,10
	Total	270.684	33,33
Monte Sierras y Bolsones	Reserva Privada Villavicencio	62.431	7,69
	Total	62.431	7,69
Monte Llanuras y Mesetas	Reserva Natural Divisadero Largo	508	0,06
	Reserva Natural La Salina	3.687	0,45
	Reserva Ecológica Ñancuñan	12.952	1,59
	Telteca	38.452	4,73
	Total	55.599	6,85
Estepa Patagónica	Reserva Natural Laguna de Llancanelo	45.033	5,55
	Laguna del Diamante	199.105	24,52
	Payunia	179.260	22,07
	Total	423.398	52,14

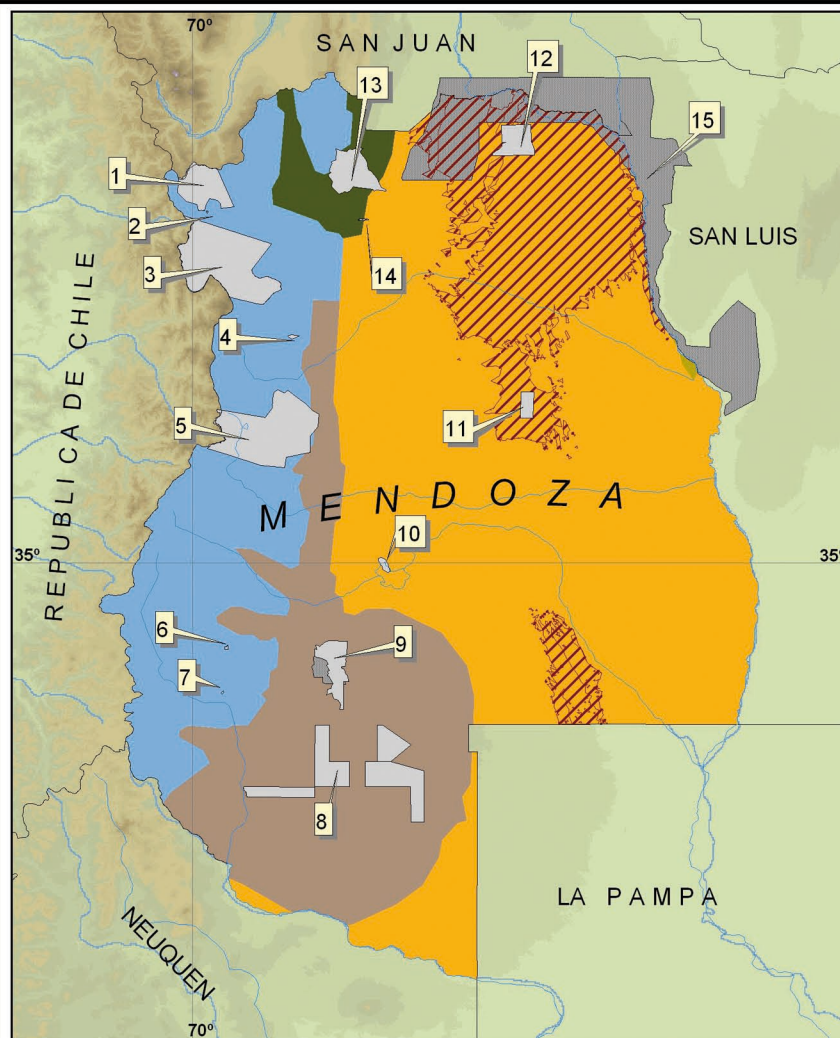
5.4. DISCUSIÓN

5.4.1. Modelos y variables ambientales

La aplicación del programa Maxent permitió crear mapas confiables de la distribución de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* a escala regional y localizar las áreas idóneas para estas especies.

Página. 103-104: Figura 5.4. Área predicha como compartida entre *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* y su relación con la red de Áreas Protegidas en la provincia de Mendoza.

DISTRIBUCIÓN COMPARTIDA DE ARMADILLOS EN LAS ECOREGIONES DE MENDOZA. 2012



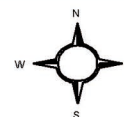
Referencia

- Hidrografía
- Div. Provincial
- Distribución de armadillos
- Área compartida
- Áreas naturales
- Sitios Ramsar

Ecorregiones

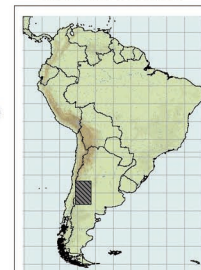
- Altos Andes
- Estepa Patagónica
- Monte de Llanuras y Mesetas
- Monte de Sierras y Bolsones

- | | |
|---|--|
| 1 Parque provincial Aconcagua | 9 Reserva Natural y Sitio RAMSAR Laguna Llanquanelo |
| 2 Monumento Natural Puente del Inca | 10 Reserva Natural La Salina |
| 3 Parque provincial Volc. Tupungato | 11 Reseva Ecológica Ñacuñan |
| 4 Parque provincial Manzano Histórico | 12 Reserva Bosque Telteca |
| 5 Parque provincial Laguna del Diamante | 13 Reserva privada Villavicencio |
| 6 Monumento Natural Castillo de Pincheira | 14 Reserva Natural El Divisadero Largo |
| 7 Monumento Natural Caverna de las Brujas | 15 Sitio RAMSAR Lagunas de Guanacache Desaguadero y Bebedero |
| 8 Reserva Total La Payunia | |



100 0 km 100

Situación Relativa



Fuente: Área geográfica de distribución compartida entre *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* elaboración Viviana P. Seitz.
Áreas Naturales, DRNR, Gobierno de Mendoza.
Sitios RAMSAR, Secretaría de Recursos Naturales y Renovables de la Nación. Rep. Arg.

Los modelos detectaron las variables más relevantes, además de los atributos del ambiente que no tienen importancia para los armadillos a esta escala de análisis. Los tres modelos presentaron un buen solapamiento entre la distribución espacial de probabilidades y las mayores densidades de localidades con presencia de ejemplares

Para las tres especies, el número de localidades fue mayor al número mínimo recomendado (Mateo *et al.*, 2011). Resulta recomendable un número mayor de localidades para la construcción de modelos de distribución de especies con hábitos generalistas (Phillip y Dudík, 2008; Mateo *et al.*, 2011), y para este caso el test binomial afirmó que el modelado fue confiable.

Las variables ambientales explicativas de la distribución han sido diferentes factores ambientales según la especie de armadillo. Para *Z. pichiy*, el principal factor es climático y dentro de ellos las precipitaciones fueron más importantes que las temperaturas de la región. Esta especie respondió a las tendencias anuales de las lluvias, que pueden interpretarse como las condiciones de aridez. La aridez actuaría como factor climático contribuyente en la delimitación de la distribución del piche patagónico. La segunda variable de importancia son las precipitaciones del mes más húmedo, una relación entre las lluvias temporales y las anuales que podría estar representando un factor limitante en la ocupación de su hábitat idóneo. El comportamiento del modelo del piche patagónico según esta variable tuvo un descenso abrupto de la ganancia que comienza en los 15 mm y alrededor de los 50 mm de lluvia mensuales las probabilidades de presencia del piche patagónico fueron nulas. Observaciones sobre poblaciones en cautiverio identificaron la formación de lesiones cutáneas en individuos bajo condiciones de alta humedad. Estas observaciones indujeron que la excesiva humedad del ambiente puede actuar como factor de mortalidad en las poblaciones silvestres de *Z. pichiy* (Superina, 2007). El análisis de correlación entre las precipitaciones anuales y las lluvias del mes más húmedo indicó que se encuentran fuertemente interrelacionadas, por lo tanto no puede diferenciarse la injerencia de estas variables en la distribución del piche patagónico.

La presencia de *C. villosus* fue explicada principalmente por los suelos frente a las restantes variables climáticas. Su distribución se asoció de modo secundario al clima, específicamente a las precipitaciones de los meses más cálidos, las cuales podrían ser un factor extremo para esta especie.

En referencia a los suelos, las tres especies de armadillos compartieron un conjunto acotado de sedimentos. Mientras que los tipos de suelos fueron marcadamente importantes en la estimación de la distribución del peludo, para las restantes especies ha aportado en la composición de su hábitat de modo secundario. Según la clasificación internacional *Soil Survey Staff* (1996) los torrifluventes, torriortentes y torripsamentes pertenecen al orden de los entisoles. Las características de los entisoles es su ausencia de horizontes y su naturaleza mineral casi exclusiva, es decir con escasa o nula proporción de materia orgánica. Los torrifluventes son los sedimentos más utilizados por las tres especies y son entisoles depositados por el agua en las regiones de clima árido. Son suelos de origen reciente, desarrollados en las grandes planicies de inundación, derrames, deltas de ríos y arroyos. La mayoría de los sedimentos son alcalinos o calcáreos y en ciertos sitios salinos, por lo tanto están acompañados de vegetación natural de carácter xerófilo o halófilo. Los torriortentes se encuentran en superficies recientemente erosionadas, siendo por lo tanto suelos sueltos de las regiones áridas. La mayoría son neutros, calcáreos o salinos y se encuentran sobre terrenos con pendiente. Los torripsamentes son sedimentos dominantes en los depósitos de arenas estabilizados o móviles que conforman dunas y médanos, con origen actual o antiguo pero con la condición de ser depositados por los vientos.

Los hábitats de *Z. pichiy* y *C. vellerosus* estuvieron compuestos por una mayor variedad de suelos. Además de los mencionados en el párrafo anterior, también se encontraron en suelos cálcicos del orden de los aridisoles. Estos suelos tampoco poseen horizontes y durante largos períodos de tiempo no disponen de agua suficiente para el crecimiento de plantas, mientras que el tiempo que cargan agua ésta es retenida a gran tensión debido a las sales disueltas. Dentro de este orden, el piche patagónico y el piche llorón ocuparon los suelos del grupo calciortides, suelos con sales calcáreas en todo su perfil

que puede estar concentrado a nivel subsuperficial formando un horizonte cálcico (*Soil Survey Staff*, 1996).

Zaedyus pichiy ocupó zonas de suelo rocoso a latitud sur de su distribución. Esta región tuvo una intensa actividad volcánica pasada, como resultado se observa en la actualidad un paisaje heterogéneo con depresiones rellenas por suelo arenoso, muy permeable o de rocas efusivas de alta porosidad de grano variable (Abraham, 2000). Según esta definición, continúan siendo suelos sueltos y sin estructura horizontal, lo que permite el desarrollo de una comunidad vegetal y la presencia fauna, entre ellas del piche patagónico. Otro grupo de suelos ocupados por *Z. pichiy* son los suelos del grupo de los fluvacuentes, caracterizados por ocupar las planicies de inundación en los que la saturación de agua ocurre en determinadas épocas del año, por ello presentan estratos de sedimentos aluviales recientemente depositados (*Soil Survey Staff*, 1996).

La distribución de *C. vellerosus* estuvo delimitada el promedio de precipitaciones de los meses más fríos del año, relación climática que podría considerarse extrema o limitante. De modo secundario las ecorregiones y los tipos de suelo contribuyen a su localización en la región.

Un estudio sobre las distribuciones de xenartros en Argentina (Abba *et al.*, 2012) analizó la distribución de las tres especies estudiadas en esta Tesis con una resolución de 2,5 arco minuto. La distribución espacial del piche patagónico en el país responde a la temperatura más fría del año como el factor climático más influyente. En cambio, en el presente estudio a mayor resolución esta especie respondió a las precipitaciones anuales. Las precipitaciones del período húmedo se relacionaron con la ocupación del piche patagónico en ambas escalas de análisis. Por lo tanto, la distribución de *Z. pichiy* se encuentra relacionada a las bajas temperaturas y la aridez, ambos aspectos climáticos característicos de la región de Patagonia, mientras que su distribución en los ambientes se limitaría por las mayores lluvias anuales.

La localización geográfica de *C. villosus* en el país fue explicada principalmente por la elevación del terreno (Abba *et al.*, 2012), una variable que

en Mendoza no tiene trascendencia. La segunda variable en importancia, para la distribución de esta especie en el país fue la precipitación de los tres meses más fríos del año, aunque aportó de modo muy secundario (Abba *et al.*, 2012). Este factor climático un papel aún más discreto y secundario en Mendoza. Sin embargo, en la investigación dirigida en Argentina no se consideró la naturaleza del suelo, que en el presente análisis es la variable más importante para el peludo. Los modelos de Maxent que recrearon el ambiente chaqueño habitado por el matabola y el tatú carreta (Torres y Jayat, 2010) incluyeron la clasificación de suelos y representó información importante en la explicación de la distribución del matabola. Estudios subsiguientes que analicen la distribución de *C. villosus* en relación a la naturaleza y las características del suelo a escala de país permitirán analizar la respuesta de la distribución de esta especie en función de la variabilidad de suelos presentes.

La distribución de *C. vellerosus* en Argentina estuvo relacionada a la estacionalidad de las precipitaciones y de modo secundario a las lluvias de los meses más cálidos (Abba *et al.*, 2012). En escala provincial, dichas variables presentaron menor importancia frente a otras variables como las precipitaciones de los meses más fríos o la ecorregión a la que esta especie pertenece. *Chaetophractus vellerosus* se encuentra ampliamente distribuido en América del Sur, habitando regiones áridas y semiáridas de suelo suelto y arenoso (Abba *et al.*, 2011 y citas incluidas). Esta especie posee poblaciones disyuntas con distribuciones separadas por alrededor de 500 km (Abba *et al.*, 2011). La población central habita en el noroeste y centro de Argentina, continuando su distribución al sureste de Bolivia y noroeste de Paraguay, es considerada la población principal. La población secundaria se distribuye al este de la región pampeana, extendida desde los 34°56" este hasta los 36° sur aproximadamente. Su población es considerada un relictó de la población central y su área de ocupación aproximada es de 900 km². Sobre la ecología de *C. vellerosus* en la población central se realizaron estudios en Catamarca (Greene, 1980a; 1980b; 1985) y en el Chaco boliviano (Cuéllar, 2008). Abba *et al.* (2007; 2011) trazaron los primeros estudios a largo plazo sobre la población disyunta de la región de la Pampa Ondulada. Estos autores plantearon el marcado contraste entre las condiciones ambientales que ocupan ambas

poblaciones. El ambiente del Norte donde habita la población principal es semidesértico, con alto grado de continentalidad y caracterizado por las precipitaciones escasas, gran amplitud térmica y altas temperaturas medias anuales. En cambio, la región pampeana habitada por la población secundaria se encuentra a nivel del mar, es un ambiente de clima templado húmedo con temperaturas anuales más bajas y precipitaciones considerablemente mayores, con gran influencia fluvial por la cercanía del Río de la Plata. Esta población relictual se encuentra fuertemente asociada a los suelos calcáreo arenosos (Abba *et al.*, 2011), más específicamente a los cordones de médanos de conchilla de la costa del Río de la Plata (Carlini y Vizcaíno, 1987). La población registrada en Mendoza correspondería a la subespecie *C. v. vellerosus*, la cual se encontraría en la cola de su distribución central.

El presente análisis evidenció la dependencia de esta especie a las precipitaciones del período de invierno, que corresponde a las mínimas lluvias anuales. Este mínimo de precipitaciones es una de las características de las regiones áridas y semiáridas que habita. Este supuesto está en concordancia con el papel alterno que poseen las ecorregiones en la explicación de su distribución en Mendoza. El análisis futuro de la distribución de ambas poblaciones el cual considere las condiciones climáticas y la naturaleza del suelo puede aportar información más detallada sobre las distribuciones regionales de esta especie.

Las probabilidades continuas de Maxent permitieron distinguir las zonas que poseen predicciones incrementalmente fuertes de aquellas zonas medianamente aptas para la presencia de esas especies. Estas distribuciones constituyen un avance con respecto a los mapas de contorno documentados en la bibliografía, ya que resaltan la fragmentación de la distribución de las tres especies.

La distribución potencial de los eufractinos en Mendoza planteó una franja de ocupación actual más estrecha que la estimada en la bibliografía. Estudios subsiguientes sobre las poblaciones de *Z. pichiy* y *C. villosus* en el sector de contacto con San Luis y La Pampa podrán dilucidar si la fragmentación observada y el hábitat subóptimo estimado en esta región tiene relación con otra variable no incluida en el presente estudio, o si es el resultado

de un sesgo en las localidades de presencia disponibles. De modo similar, estudios en el Este aportarán detalles sobre la presencia de *C. vellerosus* y el origen de su fragmentación aparente en la población de la provincia.

5.4.2 Biogeografía de los armadillos en Mendoza

El presente análisis aportó información biogeográfica sobre estas especies de armadillos, por ser representantes de la fauna nativa. Las tres especies estuvieron presentes en el Monte de Llanuras y Mesetas y ninguna se registró en el Monte de Sierras y Bolsones. *Zaedyus pichiy* fue el armadillo que ocupó una mayor variedad de ecorregiones dentro de Mendoza.

Las temperaturas medias que ocupan son concordantes con el abanico de cada especie (Anexo IV); la distribución de las localidades en función de las isotermas indicó que *Z. pichiy* puede ocupar zonas más frías del llano de la provincia en las que no se encuentran las otras especies.

ChaetophRACTUS villosus por su parte tuvo un rango de temperaturas más amplio en la provincia, esto puede estar en relación con su amplia distribución general. En efecto, esta especie abarca desde la Estepa Patagónica hacia el Sur, incluyendo la Pampa Ondulada, el Chaco árido, el Monte de Llanuras y Mesetas y el Espinal hacia el norte del país (Abba *et al.*, 2012).

ChaetophRACTUS vellerosus ocupó las zonas cálidas de Mendoza, algo que estuvo en concordancia con su distribución en el país en donde habitó las ecorregiones de Chaco árido, Espinal, Monte de Llanuras y Mesetas, Monte de Sierras y Bolsones y Puna (Abba *et al.*, 2012).

La ecorregión del Monte de Llanuras y Mesetas posee al menos un 30% de su biota endémica en su ambiente (Roig *et al.*, 2009). El Monte se considera parte de una zona de transición biogeográfica dentro de América del Sur, debido a la presencia de biota de diferente procedencia biogeográfica. Dentro del Monte se han identificado importantes relaciones biogeográficas con la región del Chaco, pero también posee elementos de la fauna procedentes de la biota patagónica (Morrone, 2006). Los estudios aquí realizados coinciden con dicha afirmación, ya que las especies de armadillos se

comportaron como elementos representativos de la Patagonia en el caso de *Z. pichiy* y del Chaco Árido en el caso de *C. vellerosus*.

5.4.3 Estado de conservación de las especies de armadillos en Mendoza

Al actuar como sistemas, las ecorregiones se consideran el nivel de organización biológica más apropiado para planificar y desarrollar la conservación de la variabilidad de especies, los ecosistemas y sus funciones (Brown y Pacheco, 2006). Como se mencionó más arriba, la ecorregión compartida por *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* en Mendoza correspondió al Monte, por lo tanto ésta es la región que requiere mayor atención a escala regional si se requiere implementar medidas de conservación para los armadillos en la provincia.

El objetivo de la Ley de Preservación del Ambiente junto a la Ley Provincial de Áreas Protegidas (Nº 6.045/1993) especifica la conservación de áreas naturales que involucren a todo el conjunto de sus ambientes y recursos, particularmente flora y fauna nativas. A efectos de la conservación de las especies de quirquinchos, la ecorregión del Monte es la zona de importancia biológica con mayor potencial de preservación.

Las tres especies de armadillos son representantes de la fauna nativa en todas las áreas protegidas provinciales referidas a la preservación del Monte: la Reserva de Bosques Telteca y la Reserva de Biósfera Ñacuñan. Dichas reservas son gestionadas por el Gobierno de Mendoza y representan el 6,9% de la superficie total bajo legislación provincial. Por otro lado, el total de Reservas Naturales de Monte sólo cubren un 0,61% del total de esta ecorregión en la superficie mendocina. Ambos valores indican la baja representatividad del Monte en la red de áreas protegidas de la provincia. Pero también las Reservas Naturales de Monte están subestimadas en comparación al total de Reservas. El presente análisis aporta información ecológica sobre tres especies representantes de la fauna nativa del Monte, a fin de apoyar una mayor y necesaria representación esta ecorregión en el sistema legislativo provincial.

Existen en Mendoza otros sistemas ecológicos de particular importancia, los humedales. En ellos la capa freática se encuentra en la superficie del suelo o cerca de ella, por lo que la tierra está cubierta por aguas poco profundas (Secretaría de la Convención Ramsar, 2006). Dos humedales se encuentran incorporados a la lista de sitios de la Convención Ramsar, tratado en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.

El sitio Ramsar Lagunas de Guanacache ocupa un total de 580.000 ha del departamento de Lavalle. Esta representación posee marco de legislación interjurisdiccional, y su importancia radica en la incorporación de un humedal dentro del ambiente árido del Monte. La importancia intrínseca de este sistema se refuerza aún más al analizar su relación con la distribución de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus*. El Sitio Ramsar Guanacache comprende un 12 % del área de distribución compartida por las tres especies bajo estudio. Por lo tanto, considerar el área ocupada por el Sitio Ramsar dentro un marco legislativo provincial que profundice en la preservación de la fauna de mamíferos nativos, incrementaría sustancialmente la representación del Monte en la red de áreas protegidas. De este modo, las poblaciones de las tres especies de armadillos se beneficiarían en su preservación de modo considerable.

Finalmente, la zona ubicada hacia el este de Mendoza y en su límite con las provincias de La Pampa y San Luis es un terreno que debe muestrearse con mayor profundidad. Verificar la presencia de estas especies y su relación con este ambiente cumpliría con el objeto de fortalecer los modelos de distribución y detectaría posibles factores de perturbación que reduzcan la abundancia de armadillos. En este sentido, la futura incorporación de variables representativas de la actividad antrópica y la alteración de ambientes naturales, puede resultar de gran utilidad al permitir el análisis de factores potencialmente gravitantes para la supervivencia de los armadillos en Mendoza.

CAPÍTULO 6. CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT A ESCALA DE PAISAJE Y SU USO POR LOS ARMADILLOS

6.1. INTRODUCCIÓN

6.1.1 Ecología del paisaje

Los factores del ambiente pueden influir en la fisiología de los animales, su comportamiento o bien su aptitud final a dichos factores. Estas fuerzas ambientales externas presentan discontinuidades en tiempo y espacio, pudiendo delinear un patrón temporal y/o espacial. Los patrones de estos factores pueden producir un mosaico ambiental con capacidad de ejercer una poderosa influencia sobre la distribución de las especies, sus interacciones y sus adaptaciones (Wiens, 1976).

La ecología del paisaje se focaliza en el estudio de patrones espaciales. Específicamente, esta disciplina aborda varios objetivos: el desarrollo y la dinámica de la heterogeneidad espacial y/o temporal; la interacción e intercambio entre paisajes; la influencia de la heterogeneidad espacial en los procesos bióticos y abióticos y el manejo y la gestión de la heterogeneidad espacial (Risser *et al.*, 1984).

Focalizando en las poblaciones bióticas, la ecología del paisaje aborda los efectos de la disponibilidad de hábitat idóneo para una especie en base a la configuración espacial de una o varias poblaciones bióticas. Los resultados cartográficos de los estudios de paisaje culminan en mapas explícitos, que potencialmente pueden aplicarse de modo secuencial con el fin de analizar cambios en el tiempo. La identificación y modelización del hábitat idóneo para una determinada especie como objetivo de estudio, retroalimenta las observaciones en el paisaje modelado. La idoneidad de un paisaje puede ser muy diferente en función de la especie en estudio, por lo que se requiere que el análisis esté focalizado en una especie en particular (Turner *et al.*, 2001).

Los diferentes paisajes son el resultado de varias causas interrelacionadas, como pueden ser la variabilidad climática, la topografía, los suelos, las interacciones bióticas, los asentamientos humanos pasados y presentes, el uso de la tierra, la dinámica de las perturbaciones naturales y la sucesión ecológica (Turner *et al.*, 2001).

La variabilidad de las condiciones abióticas que actúan a amplia escala (Capítulo 5) establece los límites dentro de los cuales actúan las interacciones bióticas y los disturbios (Pearson y Dawson, 2003). A escala de paisaje, la vegetación dominante establece la base de recursos para los restantes componentes bióticos del ecosistema, por lo tanto sus patrones afectan la distribución espacial de las poblaciones animales (Turner *et al.*, 2001). Otras variables relevantes en la escala de paisaje se consideran la forma del terreno y los accidentes geográficos; clasificados éstos según la pendiente, el sustrato, el relieve local y el perfil general (Bailey, 1996). El uso de la tierra es otra fuerza que se destaca en estudios del paisaje y se define como la manera y finalidad de la utilización del suelo y sus recursos por el hombre (Meyer, 1995). Los patrones de uso de la tierra interactúan con el medio abiótico y modifican el entorno en el que los animales viven, alterando la velocidad y dirección de los procesos naturales. El modo como los seres humanos utilizan la tierra es, por lo tanto, un importante contribuyente en los patrones del paisaje y de sus procesos ecológicos (Meyer, 1995).

Holling (1992) planteó que las especies y/o los procesos claves de un ecosistema pueden ser causas comunes de patrones espaciales en el paisaje. Los ecosistemas pueden ser controlados y organizados por un número relativamente pequeño de plantas, animales y procesos abióticos claves, que estructurarán el paisaje a diferentes escalas. En muchos casos son los organismos dominantes los que definen un patrón espacial en el paisaje, como el caso de los bosques freatófitos de algarrobos (*Prosopis* sp.) en el desierto de Lavalle.

Como se mencionó en el Capítulo 1, el hábitat idóneo de una especie puede definirse como aquellas áreas donde las condiciones satisfacen sus necesidades de alimentación, refugio y reproducción (Turner *et al.*, 2001). La idoneidad puede considerarse una estimación de la respuesta de una población a la heterogeneidad del paisaje. La respuesta de la población se manifestaría a

través del arreglo espacial y la abundancia de la especie estudiada. Es decir, la distribución espacial de los recursos en los paisajes heterogéneos tiene efectos importantes sobre el crecimiento, reproducción y la dispersión de los animales (Turner *et al.*, 2001). Las poblaciones cuyos datos demográficos reflejan la heterogeneidad del ambiente pueden ser reflejo de su estructura poblacional de fuente - sumidero (Dias, 1996). Por ello, la densidad poblacional por sí misma no es un medio de identificación de hábitat adecuado, ya que el hábitat analizado en determinada escala puede ser sumidero de poblaciones vecinas que actúen como fuentes (Van Horne, 1983).

Existen estudios que han demostrado que los hábitats idóneos de especies de mamíferos no son utilizados como categorías binarias (presencia/ausencia, apto/no apto). Mas bien, ciertos mamíferos habitan el ambiente utilizándolo como una superficie continua de probabilidades, en la que se distinguen áreas con alta probabilidad y extensas áreas de probabilidad media, que pueden actuar como parches de su hábitat (Turner *et al.*, 2001 y citas referidas).

6.1.2 Ecología de las especies estudiadas

Los conocimientos previos sobre el uso de hábitat por parte de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* los aporta Crespo (1944) en la descripción y comparación de la distribución de cuevas sobre cinco hábitats provenientes de Catamarca, Jujuy, La Rioja y San Luis. Particularmente en esta última provincia, adjudica los signos de actividad de armadillos a las especies *Z. pichiy* y *C. villosus*, en el cual el autor reconoce una distinción en el uso de parches ambientales por parte de las especies. El autor indica una mayor frecuencia de cuevas de *Z. pichiy* en médanos, sin llegar a la zona de influencia de las lagunas; mientras que *C. villosus* posee cuevas más desarrolladas que en lugares llanos.

Superina (2008) aporta sus observaciones realizadas en Mendoza, donde expone que los hábitats ocupados por *Z. pichiy* son de suelos firmes y arenosos de la Patagonia y el Monte. La vegetación es fisonómicamente diferente entre dichas ecorregiones, en ambos casos los piches se encuentran en ambientes abiertos o bajo matorrales de vegetación. Otras observaciones

de la presencia de esta especie en ambientes de pastizales y montes naturales provienen del sur de Buenos Aires (Abba y Vizcaíno, 2011). Estos hábitats ocupados por el piche patagónico correspondieron a suelos arenosos, campos ganaderos y en menor grado áreas cultivadas. En Patagonia, Abba *et al.* (2010) mencionaron a esta especie en la estepa arbustiva dominante de esa región y en matorrales del Monte.

Abba (2008) aplicó el concepto de uso del hábitat a ambas especies del género *Chaetophractus* en un sector de la Pampa Ondulada, aplicando un análisis del comportamiento individual que infiere sus parámetros poblacionales. Los análisis de capturas en los hábitats disponibles indicaron que *C. villosus* utilizó todos los ambientes presentes en dicha región, con mayor frecuencia en pastizales de suelos húmicos y en algunas ocasiones en suelos calcáreo-arenosos, con gran cobertura vegetal y altura de la vegetación superior a 20 cm. Abba y Cassini (2008) realizaron una recopilación bibliográfica sobre la ecología de *C. villosus* en la región pampeana, en la cual expusieron que esta especie ocuparía una amplia variedad de ambientes en la región, tolerando incluso ambientes altamente modificados y con una aparente preferencia por pastizales. Esta conclusión está en concordancia con lo expresado por Merri (2008) quien ha observado a *C. villosus* en hábitats abiertos, adyacentes a los parches de bosques espinosos, o áreas de matorrales espinosos del Chaco paraguayo. En el Chaco boliviano, Cuéllar (2008) registró una mayor proporción de individuos de *C. villosus* provenientes del hábitat clasificado como bosque chaqueño de suelos medianamente drenados. Abba *et al.* (2010) observaron a esta especie en los tres tipos de hábitats presentes en Patagonia: la estepa patagónica, matorrales y estepas arbustivas del Monte, con una mención de ser más común en esta última.

De las tres especies analizadas en el presente estudio, *C. vellerosus* posee los estudios ecológicos más completos hasta la fecha. Los análisis realizados por Greigor (1974; 1980a; 1980b; 1985) en la región del Espinal localizada en Andalgalá (Catamarca) asociaron la abundancia del piche llorón con las condiciones del suelo y la proximidad a la civilización. Esta especie construiría sus cuevas en suelos arenosos, generalmente asociadas con la vegetación que actuaría en la mantención de sus cuevas al brindarle cohesión

al suelo suelto. Fue registrado predominantemente en ambientes de médanos dominados por *Bulnesia retama* y *Larrea cuneifolia* y menos abundante en ambientes con dominancia de *Cercidium praecox*, *Acacia aroma*, *A. furcatispina* y *Prosopis* sp. Abba y Cassini (2008) detallaron que, según la información disponible sobre esta especie, *C. vellerosus* ocuparía ambientes áridos y semiáridos de suelo blando. Los trabajos sobre la población central del Chaco paraguayo (Merrit, 2008) expresaron la posibilidad que esta especie sea más común en la actualidad en referencia a 10 años atrás. En estas áreas, la agricultura sería un uso de la tierra que beneficiaría a esta especie, al ofrecer nuevas fuentes de alimento. Los resultados de Cuéllar (2008) sobre poblaciones provenientes del paisaje de planicie aluvial y el paisaje ribereño del Chaco de Bolivia infirieron que *C. vellerosus* se registró en varios hábitats, más frecuentemente en secciones inundables de la rivera, pero presente también en el bosque chaqueño con suelos arenosos, mediana o pobremente drenados, tolerando cierto grado de modificación del paisaje. Los estudios de Abba *et al.* (2011) resaltaron que el piche llorón puede encontrarse fuertemente asociado a la naturaleza del suelo, específicamente a los paisajes con suelos calcáreos arenosos de la Pampa Ondulada. En referencia a los parches de hábitat disponibles, estos autores remarcaron una preferencia por los pastizales, selección asociada con los hábitos alimenticios, ya que serían las áreas donde los individuos invierten la mayor cantidad de tiempo buscando comida. En cambio, los comportamientos de huida de *C. vellerosus* indicaron que para refugiarse, esta especie utilizó los bosques de tala (*Celtis ehrenbergiana*). También se registraron en campos ganaderos, bordes de cultivos y de rutas, siempre en suelos sueltos y arenosos. Abba y Vizcaíno (2011) arribaron a la conclusión que las poblaciones de piche llorón en la provincia Buenos Aires, responderían al tipo de suelo arenoso o calcáreo-arenoso como factor limitante de su distribución.

Con respecto a sus interacciones ecológicas, ha sido demostrado que el piche patagónico es un ítem importante en la dieta de numerosos carnívoros. Un estudio realizado sobre la dieta del águila coronada (*Harpyhaliaetus coronatus*, Vieillot, 1817) en la Reserva Bosques de Telteca, indicó que *Z. pichiy* fue la especie dominante en la dieta del águila, con un aporte mayor al

50% en la época de cría (Pereyra Lobos *et al.*, 2011). Un estudio sobre ensambles de carnívoros en Patagonia indicó que *Z. pichiy* es una de las principales presas en dicha ecorregión, principalmente del puma (*Puma concolor* Linneo, 1771), del zorro gris (*Pseudalopex griseus* Gray, 1837), del zorro colorado (*P. culpaeus* Molina, 1782), del chiñe (*Conepatus humboldtii* Gray, 1837), del hurón menor (*Galictis cuja* Molina, 1782) y trazas en la dieta del gato de los pajonales (*Oncifelis colocolo* Molina, 1782). Además, el género *Chaetophractus* figuró en la dieta del puma y la del zorro colorado (Zapata *et al.*, 2007). De modo similar, otro análisis realizado en la misma ecorregión menciona a *C. villosus* como presa de de zorro gris, zorro colorado y puma (Novaro *et al.*, 2000). Ambas especies del género *Chaetophractus* estuvieron presentes en la dieta de puma de La Pampa (Montalvo *et al.*, 2007).

6.1.3 Área de estudio

El departamento de Lavalle posee un paisaje compuesto por grandes cadenas de médanos móviles y semifijos por efecto de la vegetación, depresiones intermedanasas, cauces y paleocauces de grandes ríos alóctonos y un sistema de lagunas y bañados que ocupa los bordes de esta cuenca de sedimentación (Soria *et al.*, 2011).

Los suelos son de tipo entisoles, ligeramente salinos, a veces sódicos y pueden tener carbonato de calcio y yeso en la superficie. La vegetación se corresponde a las asociaciones que caracterizan el Monte representada por tres comunidades vegetales: a) una estepa de arbustos dominada por zigofiláceas del género *Larrea*, b) una estepa edáfica de halófitas y c) un bosque abierto de tipo edáfico azonal dominado por algarrobos (*Prosopis flexuosa*). Este bosque posee una remarcada importancia en la representación del Monte debido a sus muchas interacciones biológicas. Mientras la estepa de arbustos está regida por clima árido y semiárido y regulada por la salinidad del suelo, el desarrollo del bosque depende de la disponibilidad hídrica subterránea, ya que son bosques que adquieren agua de las napas freáticas (Soria *et al.*, 2011).

6.1.4 Objetivos, hipótesis y marco metodológico

El objetivo general del presente Capítulo se planteó como la delimitación del hábitat idóneo para *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* en un área definida de Lavalle, a fin de identificar y comparar las condiciones del hábitat para estos animales a escala de paisaje.

Los objetivos particulares del presente Capítulo fueron:

6.1. Identificar y definir las variables ambientales en el área de estudio con potencial influencia sobre las distribuciones espaciales de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus*.

6.2. Cuantificar la relación entre cada especie de quirquincho y los atributos biofísicos del área de estudio.

6.3. Generar modelos de distribución con las variables identificadas y analizar la integridad de dichos modelos para cada especie.

6.4. Identificar, representar y definir los hábitats óptimos para *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* en el área de estudio, de acuerdo a las variables empleadas.

Partiendo de los conceptos teóricos y los conocimientos disponibles sobre estas especies, se plantearon dos hipótesis en la presente sección:

H_{6.1}. El hábitat se compone de variables complejas que conforman la ecología de las especies y la estructura heterogénea del ambiente. Estas variables se distribuyen en patrones susceptibles a ser identificados y pueden ser medidos en el terreno. Por lo tanto, variables numéricas pueden definir el paisaje siendo informativas del hábitat.

H_{6.2}. A escala de paisaje, la probabilidad de presencia de cada especie tendrá una relación directa con la altura, el tipo y las formas del terreno, la fisonomía de la vegetación y el uso de suelo, actuando de modo variable sobre la distribución de armadillos presentes.

Para cumplir con estos objetivos se aplicaron herramientas de modelización ecológica del paisaje como son las estadísticas espaciales. Este tipo de estadísticas utilizan datos de campo para analizar e identificar jerarquías de escala en los datos para determinar distribuciones espaciales azarosas, agregadas o uniformes (Gardner, 1998; Gustafson, 1998). El objetivo

de estos análisis es definir los límites de los parches del ambiente, por ello las variables ambientales analizadas a escala de paisaje son principalmente categóricas; además las fuentes de datos que disponen la información espacial se distribuyen mayormente en formato ráster, una representación espacial fija con atributos finitos, cuya unidad es el píxel (Harvey, 2008).

Los análisis de patrones en el paisaje están comúnmente dirigidos por la naturaleza de los datos espaciales, que se clasifican en categorías útiles al propósito del estudio sobre sus atributos espectrales (Kemp, 2008). Las estadísticas espaciales permiten la interpolación de datos para la atribución de características en áreas, son las herramientas que permiten atribuir una inferencia de la información de un punto a una superficie. Una consecuencia de inferir estadísticamente las características espaciales es la inclusión de sitios que no han sido muestreados, simplificaciones que afectan a las salidas numéricas y espaciales de los modelos.

Las técnicas categóricas para delimitar los parches del paisaje requieren una asignación del terreno en clases *a priori*. Utilizada de modo correcto, la información espacial categórica facilita las interpretaciones sobre procesos ecológicos, volviéndose más relevante que las técnicas basadas en datos puntuales (Turner *et al.*, 2001). En la presente investigación se complementan estadísticas espaciales y análisis puntuales sobre la preferencia que pueden tener los armadillos por diferentes categorías de los parches del paisaje, a fin de realizar una descripción más completa del hábitat idóneo de las especies estudiadas.

6.2. MÉTODOS

6.2.1 Zona de estudio

Se analizó la presencia de los armadillos a escala de paisaje en el noreste de Lavalle a escala cartográfica de 1:68.000, donde se seleccionó un área cuadrada de 10 km de lado que incluyó desde la orilla del río San Juan hacia el Norte hasta los médanos y salinas al Sur (Figura 6.1, Capítulo 2). Un 34% del área de estudio se encontró enmarcada dentro del sitio Ramsar Lagunas de Guanacache (Capítulo 4).

Se realizaron salidas preliminares destinadas al reconocimiento completo del área de estudio, en las que se contó con el apoyo de pobladores de la zona. Durante las mismas se marcaron las coordenadas de las geoformas distintivas (médanos, bajos, ramblones, bañados, pampas y salitrales) y sus toponimias locales. Esta área incluyó a 12 puestos ganaderos-junquilleros habitados y tres puestos abandonados (Figura 6.1). Se diferenciaron cuatro sectores de muestreo, los cuales incluyeron a sendas parcelas de muestreo correspondientes al estudio a escala local.

6.2.2 Colecta de localidades de presencia de quirquinchos

Los sectores de muestreo se recorrieron en transectas de avistaje y captura de armadillos, en nueve campañas desde setiembre de 2009 a noviembre de 2011. Los sectores se recorrieron luego de completar el muestreo de los signos de actividad dentro de las parcelas (Capítulo 7). Cada sector se recorrió durante tres días consecutivos, excepto cuando las condiciones meteorológicas impedían el rastreo de los individuos (por ejemplo, en caso de tormentas de lluvia o viento fuerte), situación en que se suspendieron las actividades para reanudarse al día siguiente.

Cuando los pobladores locales acompañaron en los recorridos, realizaron transectas paralelas dispuestas a una distancia de 50 m de la principal, grabándose su camino con GPS accesorio.

Las transectas y la localización de cada avistaje y/o captura se grabaron sobre GPS. Se registraron horarios de inicio y finalización, interrupciones, condiciones meteorológicas y una aproximación cualitativa de la abundancia de rastros de armadillos observados sobre cada transecta.

Las transectas se realizaron a pie en compañía de un perro local (portando bozal) adiestrado en el rastreo y captura de armadillos. Los recorridos se efectuaron en dirección contraria al viento, con el fin de evitar que los armadillos perciban el olor del perro.

Toda vez que se observaron rastros recientes, se los siguió hasta localizar al armadillo, o en su defecto, la cueva en la que se refugió. En cada ocasión en que se avistó y/o capturó un armadillo se registraron las

características del hábitat en que fue localizado (geoforma, elemento de relieve, predominancia de la vegetación).

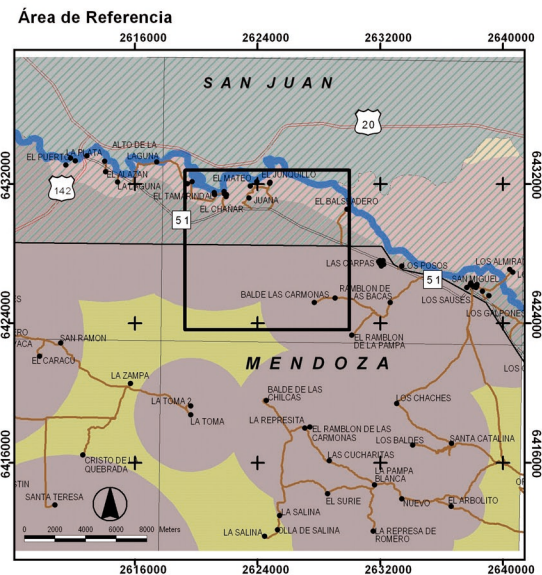
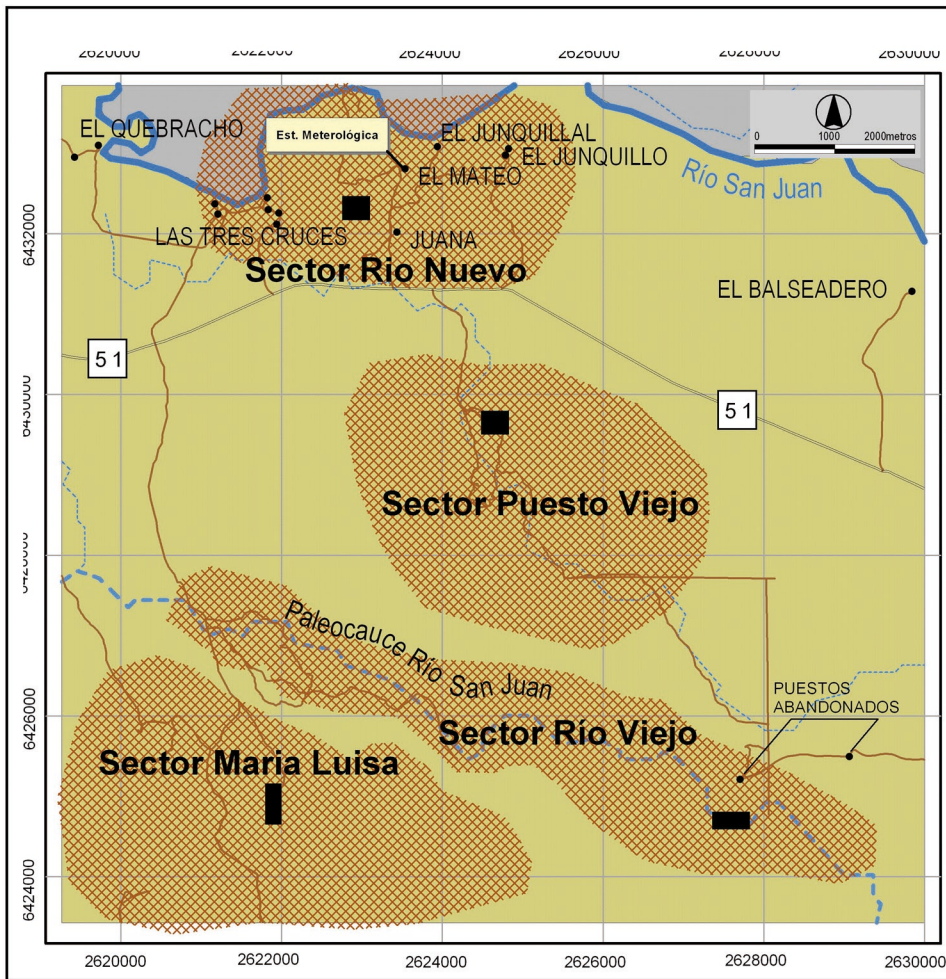
Se registraron las notificaciones de los pobladores cuando avistaron o capturaron armadillos durante sus jornadas de trabajo diarias, coincidentes mayormente con el sector Río Nuevo (Figura 6.1). En tal caso, se estimó el camino que los pobladores realizaban al momento del avistaje sobre base cartográfica, a fin de obtener una estimación de los kilómetros recorridos. Se calcularon curvas de acumulación de ejemplares según la distancia recorrida, el éxito de muestreo por sector como la razón entre el número de armadillos avistados y el esfuerzo del muestreo realizado, este último expresado en kilómetros recorridos.

6.2.3 Selección de variables ambientales y modelización

Se aplicaron modelos de máxima entropía utilizando como variables respuesta a las localidades de capturas y avistajes de armadillos. Las variables ambientales utilizadas fueron temas categóricos realizados en el ámbito de SIG. Estas capas se generaron sobre imágenes satelitales y modelos espaciales, con comprobaciones y ajustes en el campo (Capítulo 2).

A fin de representar el paisaje, se generaron capas con información sobre la elevación del terreno, la cobertura vegetal, la textura del suelo, las geoformas, las bioformas vegetales y el uso del suelo. La capa temática de geoformas fue desarrollada específicamente para este análisis, se generó utilizando reclasificación y categorización de bandas sobre imagen Landsat. Las categorías de geoformas finales fueron supervisadas con información de terreno recolectada durante los reconocimientos. El resto de las variables son modificaciones de las capas temáticas generadas previamente por el equipo de trabajo del Laboratorio de Desertificación y Ordenamiento Territorial para un área más amplia (Atlas SIGDesert, 2011). Se realizó un análisis de correlación entre las capas ambientales, tal como se planteó en el Capítulo 2.

Página 123-124: Figura 6.1. Mapa de la zona de estudio a escala de paisaje en el que se remarcaron los sectores de muestreo. El área de referencia (derecha) incluye la zona aledaña con información sobre el uso de la tierra, además de la demarcación del Sitio Ramsar Lagunas de Guanacache.



Las definiciones y categorizaciones colectadas en los reconocimientos del paisaje se relacionaron en una base de datos, aplicando las codificaciones desarrolladas en el relevamiento geomorfológico de Salomón *et al.* (2005c), incluyendo categorías no descriptas por los autores (Anexo VI).

Los tipos de suelo se calcularon sobre información de terreno, la que fue aplicada en la calibración del modelo digital IHS. Para ello, en cada geoforma identificada se efectuó un análisis descriptivo y la extracción de muestras para análisis físico-químico del suelo (Salomón *et al.*, 2005b).

La cobertura y las bioformas de la vegetación se estimaron con 94 transectas realizadas en Lavalle aplicando el método *Point-Cuadrat* modificado (Passera *et al.*, 1983). La información recolectada se utilizó para calibrar el índice SAVI y definir los límites de las bioformas sobre una imagen satelital centrada en Lavalle (Abraham *et al.*, 2009). Las bioformas representaron la categorización fisonómica y florística de las especies dominantes (Salomón *et al.*, 2005a; Abraham *et al.*, 2008).

El uso de la tierra se categorizó en función de los tipos y extensión de los usos actuales en el área, información facilitada por los pobladores. Estos identificaron el/los tipo/s de uso de la tierra que realizan en el área y delimitaron a mano alzada sus respectivas áreas de uso, ya que principalmente la modalidad comunitaria de uso de la tierra conlleva a no delimitar terrenos privados con alambrados. El bosquejo cartográfico delineado por los pobladores se realizó sobre un mapa base con puntos de referencia, hidrografía, administración y vialidad (Abraham *et al.*, 2009). Para calibrar la espacialización de categorías de uso de la tierra se utilizaron la localización de las viviendas de pobladores (puestos) y el tamaño de sus rebaños de cabras (piños).

Para detectar si la presencia de armadillos evidencia un uso selectivo sobre la disponibilidad del hábitat se aplicó la prueba de χ^2 (Zar, 1984), complementada con los intervalos de Bailey (Cherry, 1996). El análisis de solapamiento en el uso de las geoformas para la construcción de las cuevas se realizó aplicando el índice de afinidad de Renkonen (1938) (Capítulo 2).

Como se detalla en el Capítulo 2, los modelos del hábitat idóneo para cada especie se generaron como promedio de 10 submodelos, con 75% de localidades de entrenamiento y 25% de evaluación. Las funciones de inclusión de las variables fueron por defecto, se seleccionaron un máximo de 500 iteraciones, con un umbral de convergencia de 10^{-5} y el múltiplo regularizador de 1. Se evaluó el ajuste de los modelos sobre las pruebas de reclasificación de las localidades de captura y la capacidad predictiva de los modelos sobre el comportamiento de diferentes umbrales de corte. Los modelos binarios se construyeron aplicando la ganancia mínima de entrenamiento como umbral de corte sobre la predicción continua. El mapa de distribución para cada especie se construyó con el total de localidades.

6.3.1. RESULTADOS

6.3.1 Presencia de los armadillos en el paisaje

A lo largo del período de estudio de dos años se acumuló un total de 788 km recorridos, en ellos se avistaron 92 quirquinchos de los cuales 61 ejemplares correspondieron a *Z. pichiy*, 21 a *C. villosus* y 10 ejemplares de *C. vellerosus*. Del total de individuos, se capturaron y liberaron un total de 69 ejemplares (Tabla 6.1). Se calculó el número acumulado de ejemplares avistados y/o capturados cuando se alcanzaron esfuerzos de muestreo equivalentes en los cuatro sectores (Tabla 6.2).

Tabla 6.1. Avistajes y capturas para cada especie de quirquincho en los diferentes sectores de muestreo, según los kilómetros recorridos.

Sector	kilómetros recorridos	<i>Z. pichiy</i>		<i>C. villosus</i>		<i>C. vellerosus</i>	
		Capturas	Avistajes	Capturas	Avistajes	Capturas	Avistajes
María Luisa	217,34	24	6	7	4	1	2
Rio Viejo	193,28	17	2	2	3	2	0
Puesto Viejo	198,62	8	2	2	2	2	1
Rio Nuevo	144,4	2	0	1	0	1	1

Tabla 6.2. Número acumulado de ejemplares avistados y/o capturados para esfuerzos de muestreo equivalentes.

Sector	kilómetros recorridos	<i>Z. pichiy</i>		<i>C. villosus</i>		<i>C. vellerosus</i>	
		Capturas	Avistajes	Capturas	Avistajes	Capturas	Avistajes
María Luisa	140	15	1	2	1	1	2
Río Viejo	146	11	0	3	3	1	0
Puesto Viejo	141	4	2	2	1	2	0
Río Nuevo	144	0	0	0	2	1	1

Para una misma distancia recorrida, el número de ejemplares capturados y avistados es mayor en el sector sur del área de muestreo, con respecto al sector norte (Figura 6.2). El éxito de muestreo calculado también confirmó un gradiente desde el sur hacia el norte del área de estudio, con una mayor frecuencia de avistajes y/o capturas de armadillos obtenidas en los sectores Río Viejo y María Luisa (Figura 6.3). Las distancias requeridas para interceptar un armadillo se duplicaron en el sector de Puesto Viejo y resultaron cinco veces mayores en el sector Río Nuevo, localizado en los alrededores del Río San Juan. Este decrecimiento resultó significativo para *Z. pichiy* ($r= 0,99$; $p= 0,001$; Éxito= $0,185 - 0,044 \cdot \text{Latitud S}$) y para *C. villosus* ($r= 0,98$; $p= 0,017$; Éxito= $0,060 - 0,013 \cdot \text{Latitud S}$).

Se registraron dos campamentos de caza furtiva en sitios de alta abundancia de quirquinchos (ver más adelante, Figura 6.6). El campamento localizado dentro de María Luisa se reactivó en numerosas ocasiones durante los dos años de muestreo, con mayor número de visitas en verano.

Se registró un nido de águila coronada activo en el área de estudio, sus alrededores fueron recorridos durante la época probable de nidificación (Octubre de 2010 a Febrero 2011, ver más adelante, Figura 6.6), donde se colectaron caparazones deducidos como juveniles de *Z. pichiy* (largo promedio de caparazones colectados=10,5 cm, $d. e.= 3,8$, $n= 10$; largo promedio de caparazones en adultos vivos: 19,4 cm; $d. e.= 10,9$, $n= 35$).

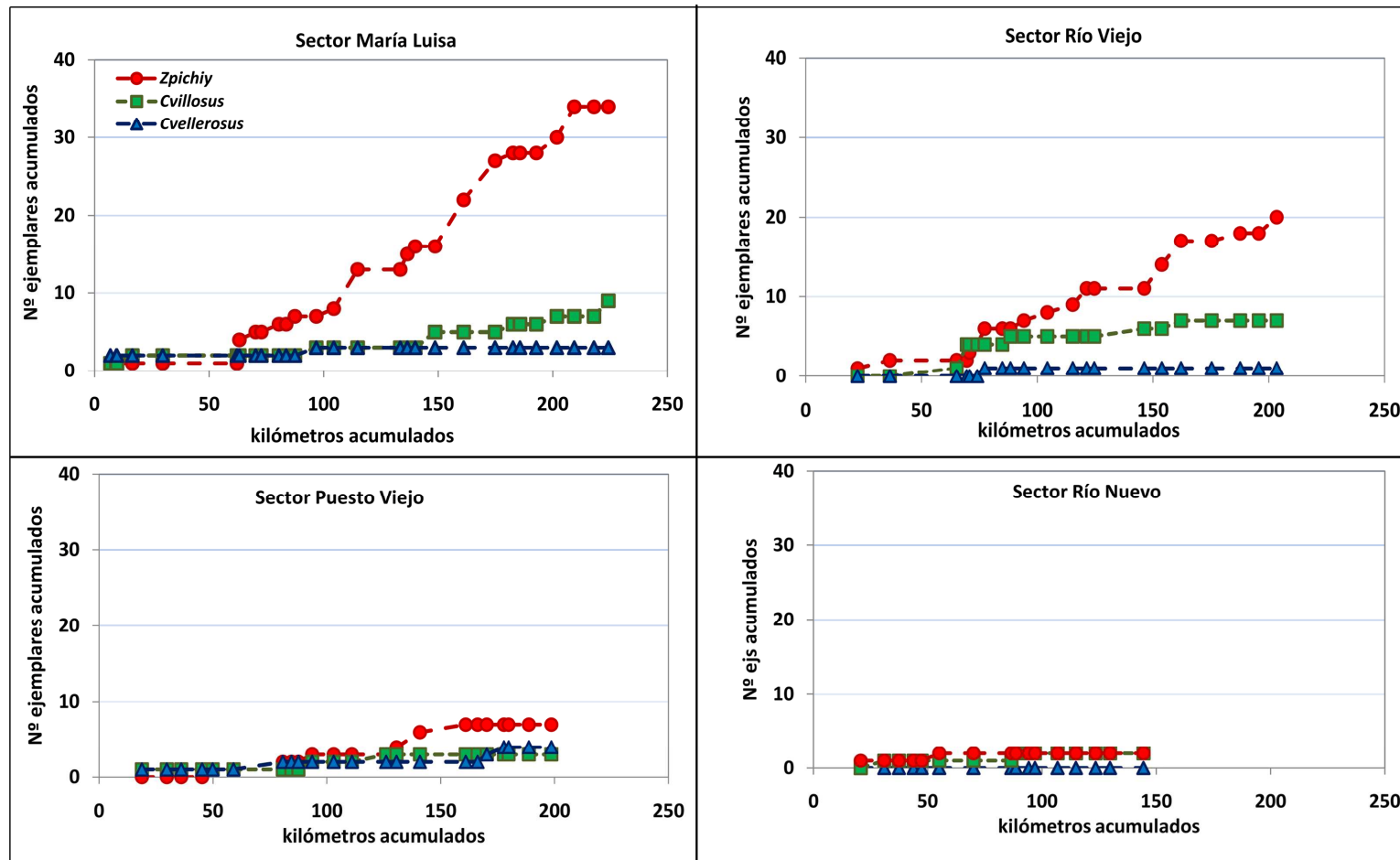


Figura 6.2. Curvas acumulativas del número de ejemplares capturados y/o avistados de cada especie de armadillo según la distancia recorrida, analizado para los cuatro sectores de muestreo.

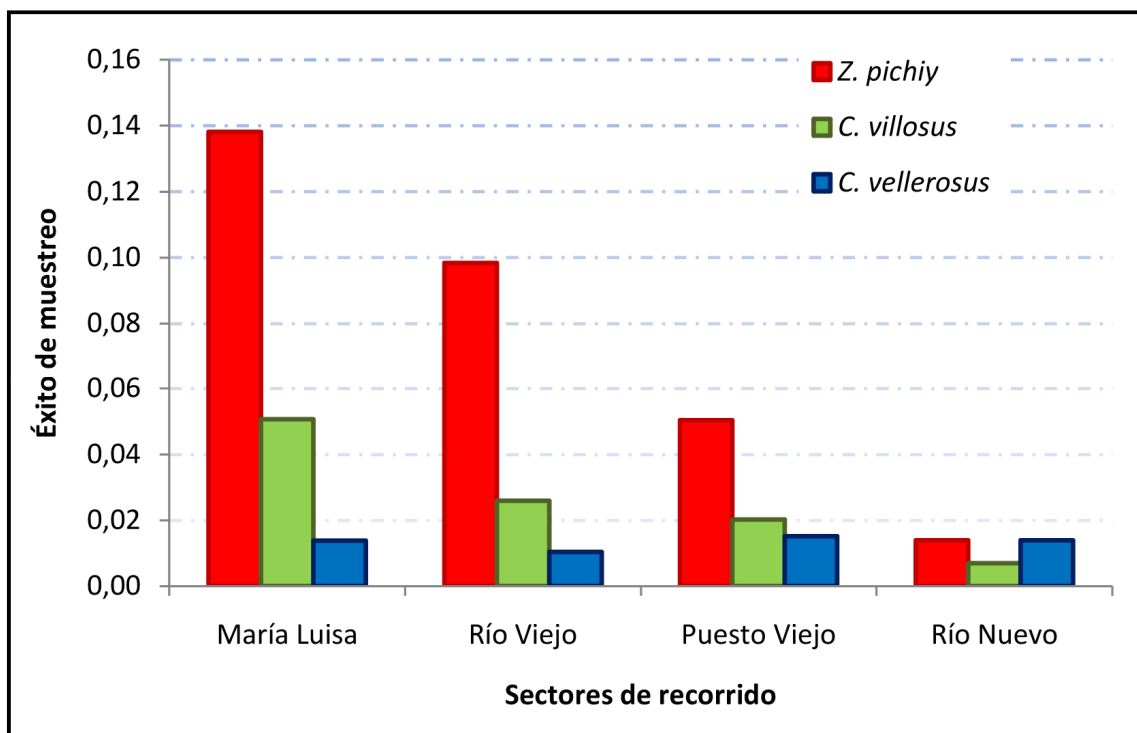


Figura 6.3. Éxito de muestreo definido como el número de ejemplares avistados por kilómetro recorrido para cada especie de armadillo, analizado en los cuatro sectores del área de estudio.

6.3.2 Variables ambientales

Las clases de hábitats del paisaje fueron representados por las categorías de las variables ambientales mostradas en la Figura 6.4, que junto a la elevación (no graficada). Las bioformas clasificadas según cobertura y altura de los estratos incluyeron bosques o matorrales de conformación cerrada, semiabierto o abierto. Las geoformas fueron representadas por categorías desde bajos inundables y ambientes asociados al sistema ribereño lagunar, hasta médanos altos. La cobertura vegetal indicó que el área de estudio posee áreas con el 0% de cobertura en la región de las planicies y salinas en latitud Sur, hasta el 100% de cobertura en la ribera del río en latitud Norte. Se registraron seis clases texturales de suelo de acuerdo a los porcentajes de arena, limo y arcillas según la clasificación estandarizada (*Soil Survey Staff*, 1996). Se identificaron cuatro clases de uso de la tierra dentro del área de estudio, en función de la intensidad ganadera, la presencia de extracción de junquillo (*Sporobolus rigens*) y el uso de las zonas inundables.

6.3.2.1. Análisis de correlación

Los cálculos de las líneas de mejor ajuste entre las capas ambientales y sus respectivos valores de índice r se expresan en la Tabla 6.3. A partir de este análisis se resaltó que el uso de la tierra está fuertemente relacionada con la las bioformas (94% de asociación). Algo similar ocurre con la cobertura vegetal y la textura, que explicaron su variabilidad en un 91%. Otra asociación de menor grado, se subrayó entre las geoformas y bioformas (75% de asociación), por redundancia, también existe un porcentaje considerable de asociación entre las geoformas y el uso de la tierra, con un 71% de variabilidad explicada.

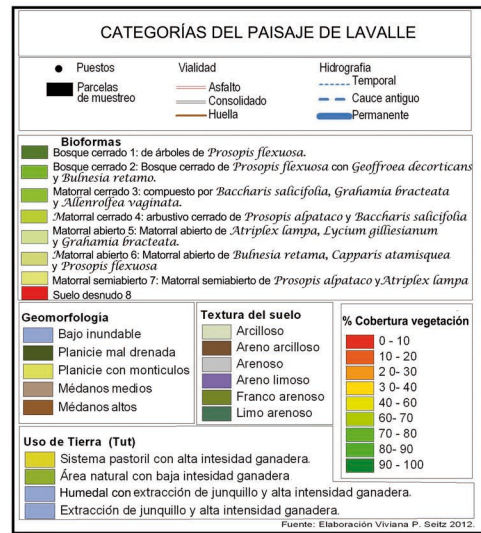
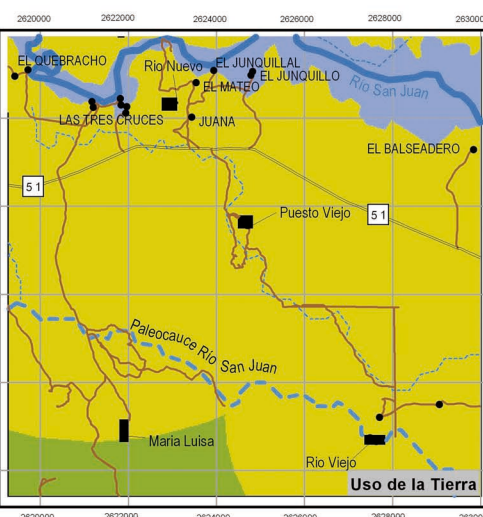
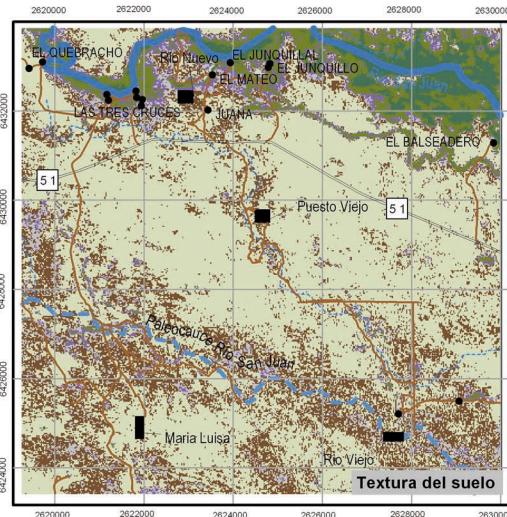
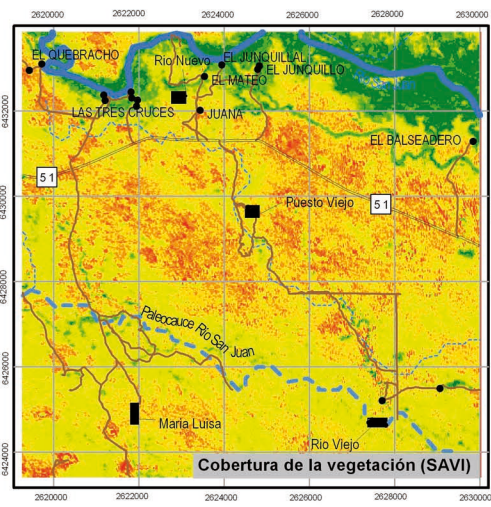
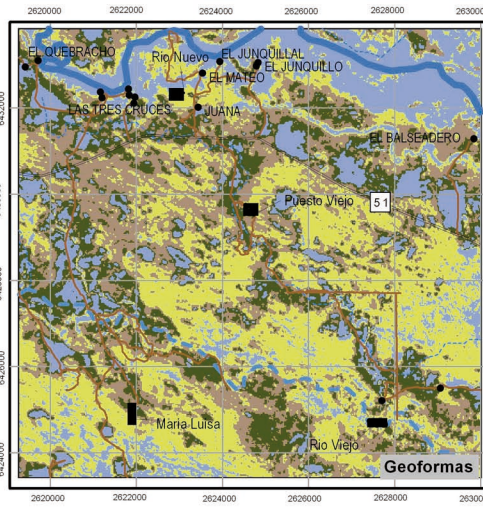
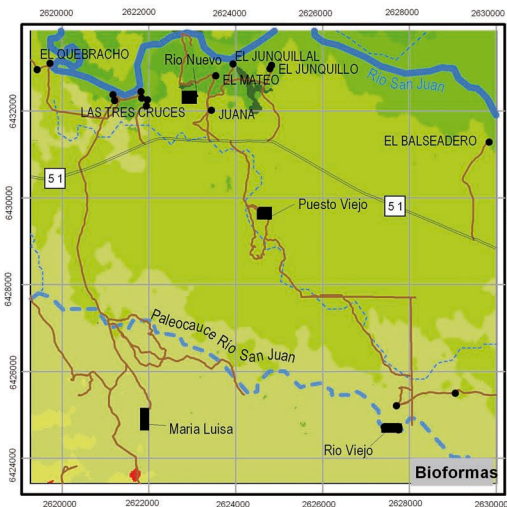
Tabla 6.3. Valores de r^2 de correlación entre variables ambientales en escala paisaje, en formato ráster. Los altos valores de correlación se expresan resaltados.

	Elevación	Bioforma	Geoforma	Suelo	Cobertura vegetal	Uso de la tierra
Elevación	1					
Bioforma	0	1				
Geoforma	0	0,75	1			
Textura de suelo	0,03	0,17	0,38	1		
Cobertura	0,03	0,21	0,39	0,91	1	
Uso de la tierra	0,03	0,94	0,71	0,31	0,32	1

6.3.2.2. Selección de hábitat

El análisis de uso selectivo del hábitat a escala de paisaje indicó que la localización de los individuos difirió de lo esperado en una distribución al azar de las tres especies de armadillos para las geoformas (*Z. pichiy*: $\chi^2= 58,04$; $p < 0,005$; *C. villosus*: $\chi^2= 22,71$; $p < 0,005$; *C. vellerosus*: $\chi^2= 20,81$; $p < 0,005$), la textura del suelo (*Z. pichiy*: $\chi^2= 36,44$; $p < 0,005$; *C. villosus*: $\chi^2= 42,28$; $p < 0,005$; *C. vellerosus*: $\chi^2= 44,40$; $p < 0,005$) y la cobertura vegetal (*Z. pichiy*: $\chi^2= 43,56$; $p < 0,005$; *C. villosus*: $\chi^2= 84,29$; $p < 0,005$; *C. vellerosus*: $\chi^2= 120,73$; $p < 0,005$). Las bioformas fueron relevantes sólo para el piche patagónico y el peludo (*Z. pichiy*: $\chi^2= 80,10$; $p < 0,005$; *C. villosus*: $\chi^2= 41,45$; $p < 0,005$; Figuras 6.5, 6.6 y 6.7).

Página 131-132: Figura 6.4. Variables ambientales seleccionadas para realizar los modelos de hábitat de los quirquinchos a escala de paisaje.



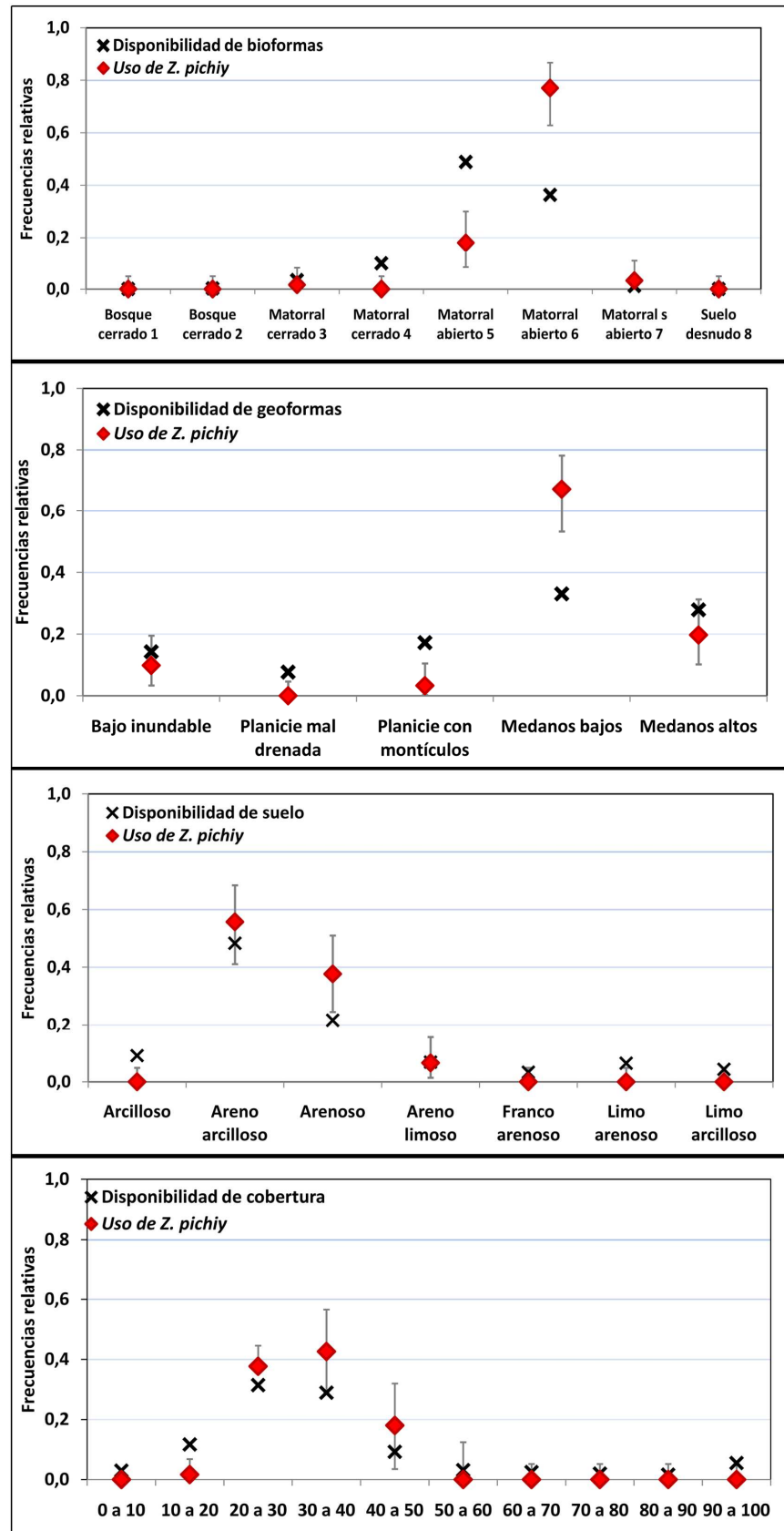


Figura 6.5. Análisis de la distribución de frecuencias y selección del hábitat disponible para *Z. pichiy* aplicando χ^2 junto a intervalos de Bailey. La descripción de las bioformas se corresponde con la leyenda de Figura 6.4.

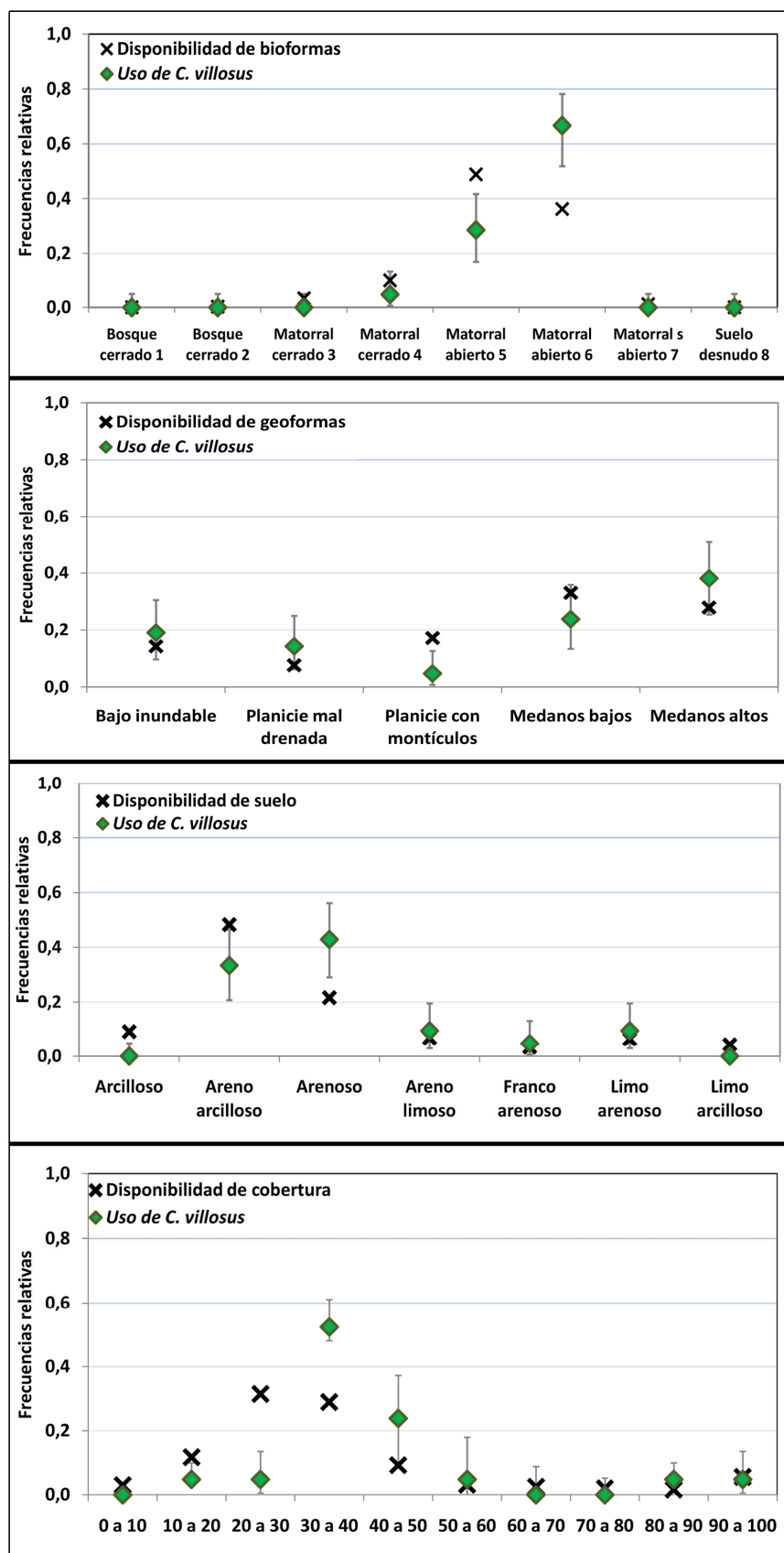


Figura 6.6. Análisis de distribución de frecuencias y selección del hábitat disponible para *C. villosus* aplicando χ^2 junto a intervalos de Bailey. La descripción de las bioformas se corresponde con la leyenda de Figura 6.4.

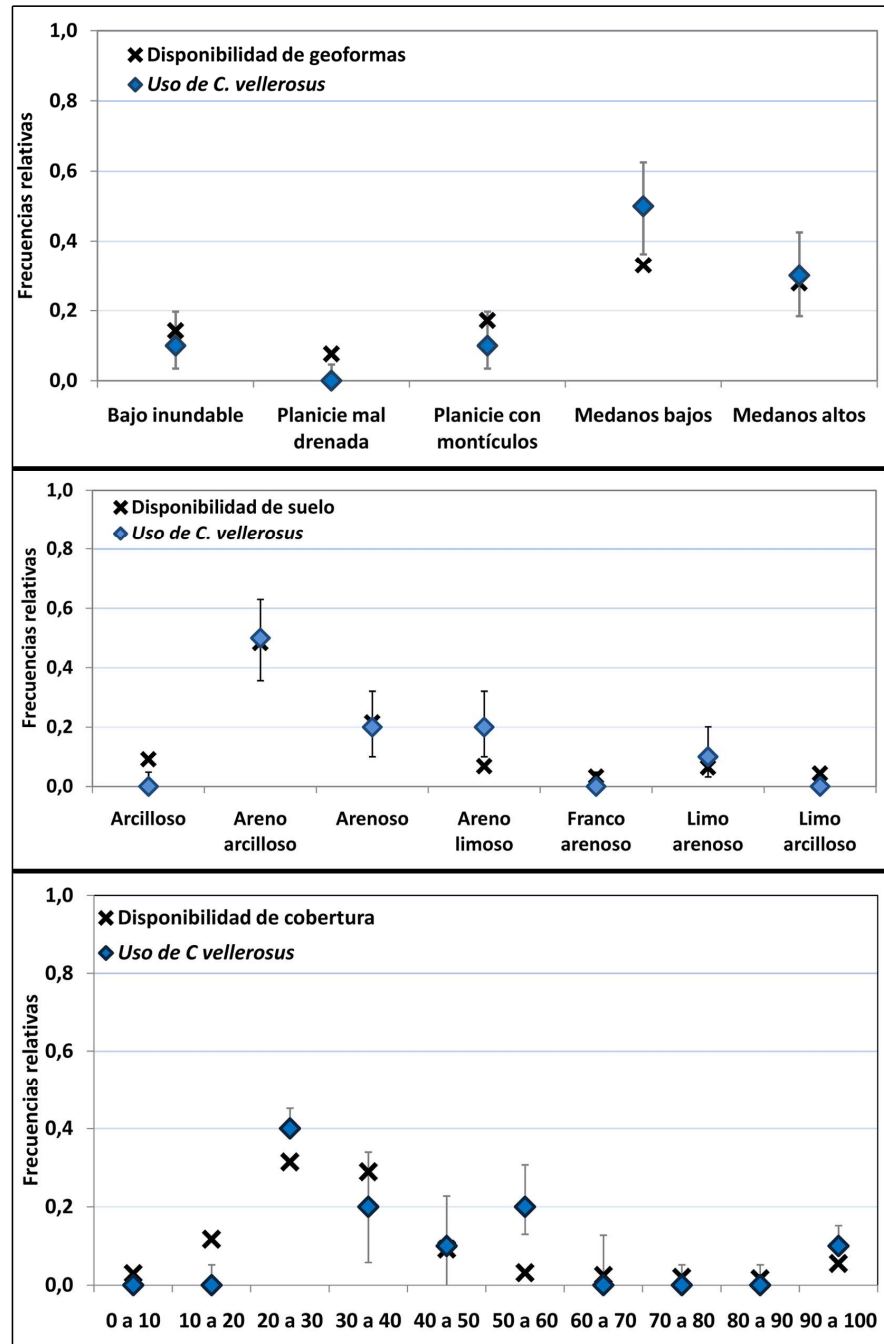


Figura 6.7. Análisis de distribución de frecuencias y selección entre el hábitat disponible según los registros para *C. vellerosus* aplicando χ^2 junto a intervalos de Bailey.

En relación a las bioformas, *Z. pichiy* evitó los matorrales cerrados de alpataco (*Prosopis alpataco*) y chilca (*Baccharis salicifolia*), una fisonomía que le fue indiferente a *C. villosus*. En cambio, ambas especies evitaron los matorrales abiertos de zampa (*Atriplex lampa*), llauilín (*Lycium gilliesianum*) y vinagrillo (*Grahamia bracteata*). Las preferencias de hábitat de estas dos especies se enfocaron en los matorrales abiertos de retama (*Bulnesia retama*),

atamisque (*Capparis atamisquea*) y algarrobo (*Prosopis flexuosa*), especie registrada principalmente en sus formas polifustales a diferencia de la fisonomía de los bosques. Este análisis no detectó preferencia del piche patagónico o el peludo en los bosques cerrados de algarrobos, o compuestos de algarrobos y retamas. Otro tipo de vegetación por la cual estas especies no fueron sensibles han sido los matorrales cerrados de chilca, vinagrillo y jume (*Allenrolfea vaginata*), como también los matorrales semiabierto y bajos conformados de alpataco y zampa.

Dentro del paisaje, los médanos bajos fueron las geoformas seleccionadas por *Z. pichiy* y *C. vellerosus*. Asimismo, ambas especies evitaron las planicies mal drenadas, mientras que *C. villosus* no tuvo preferencias. Las planicies con montículos fueron evitadas por *Z. pichiy* y *C. villosus*, mientras que les resultaron indiferentes a *C. vellerosus*. Las tres especies no tuvieron grado de preferencia en las secciones bajas inundables o en los médanos altos. Según este análisis, *C. villosus* es la especie menos sensible al tipo de geoformas presentes en el área de estudio.

El análisis que contrasta la disponibilidad de la textura del suelo y el uso por las especies indicó que *Z. pichiy* seleccionó suelos arenosos, estuvo presente en areno-arcillosos y areno-limosos, excluyendo a los suelos arcillosos y limo-arenosos. *C. villosus* se encontró también en suelos arenosos, areno-limosos, franco-arenosos y limo-arenosos, excluyendo areno-arcillosos y arcillosos. *Chaetophractus vellerosus* prefirió suelos areno-limosos y también evitó los arcillosos.

Los resultados de preferencia de cobertura vegetal indicaron que los individuos de *Z. pichiy* evitaron parches con cobertura muy baja (10-20%) o muy alta (90-100%), pero no tuvieron preferencias por coberturas vegetales particulares. Los individuos de *C. villosus* se relacionaron positivamente con las coberturas vegetales entre 30 a 50% y evitaron coberturas menores del orden del 20%. La selección de *C. vellerosus* por la cobertura de la vegetación fue más marcada, evitando coberturas muy bajas el (10-20%) y seleccionando parches de mayor cobertura (50-60%)

6.3.3. Modelos de distribución

Los valores de ganancia de los modelos evidenciaron un buen desempeño de la modelización del hábitat idóneo para las tres especies (Tabla 6.4). El valor de ganancia de entrenamiento fue diferente de acuerdo a la especie: las localidades de avistaje para *Z. pichiy* fueron predichas con una probabilidad $\exp^{(0,77)} \approx 2,16$ veces mayor que lo esperado por azar, para *C. villosus* con una probabilidad $\approx 2,54$ y para *C. vellerosus* con una ganancia $\approx 1,79$ mayor que los valores en una distribución al azar. Los valores del índice AUC calculado sobre las reclasificaciones indicaron que entre el 85 y el 90% de los casos las localidades de presencia tuvieron un puntaje mayor que los datos negativos. El valor de entropía analizado para complementar la evaluación indicó que *C. villosus* obtuvo el modelo de mayor ajuste, seguido por *Z. pichiy* mientras que *C. vellerosus* tuvo el modelo menos ajustado.

Los modelos de evaluación indicaron que el modelo del hábitat idóneo para el piche patagónico resultó una buena predicción. En cambio, las modelizaciones sobre la distribución de las especies del género *Chaetophractus* tuvieron un valor AUC menor a 0,75, límite por debajo del cual se desaconseja la aplicación de los modelos continuos de idoneidad (Elith, 2002).

Tabla 6.4. Valores de ajuste de los modelos Maxent a escala de paisaje para cada especie de quirquincho.

	<i>Z. pichiy</i>	<i>C. villosus</i>	<i>C. vellerosus</i>
Modelo de entrenamiento			
Localidades de entrenamiento	46	16	8
Ganancia de entrenamiento regularizada (sin regularizar)	0,77 (0,94)	0,93 (1,43)	0,58 (1,57)
Índice AUC	0,85	0,90	0,88
Entropía	8,45	8,29	8,63
Modelo de evaluación			
Localidades de evaluación	15	5	2
Ganancia de prueba	0,67	0,26	0,29
Índice AUC (desvío estándar)	0,81 (0,05)	0,73 (0,11)	0,72 (0,11)

6.3.3.i. Relevancia de las variables ambientales

La importancia relativa de las variables en los modelos de cada especie se estimó mediante el aporte a la ganancia con cada iteración –o contribución de la variable correspondiente– y los resultados de la prueba de Jackknife de modelos excluyentes de la variable en cuestión (Tabla 6.5, Capítulo 2). La elevación del terreno fue la variable que menos explicó la representación de las localidades de presencia de los armadillos.

La distribución de *Z. pichiy* estuvo estrechamente relacionada con las bioformas de vegetación. Junto con la geoforma del paisaje, las bioformas explicaron más del 60% de la distribución de probabilidades del piche patagónico, seguida en orden de importancia por el uso del suelo, que aportó un 20% de la explicación de su distribución espacial. La influencia por el tipo de suelo y la cobertura vegetal fue de menor relevancia para esta especie.

La cobertura vegetal resultó la más importante para *C. villosus*, que junto a la naturaleza del suelo explicaron más del 50% de la distribución de probabilidades. En tercer lugar de importancia se mencionan las bioformas, cuya información sin embargo puede explicarse por otras variables ambientales. Finalmente, el uso de suelo también contribuyó a la explicación de su distribución en el espacio, aunque tampoco aportó información original al modelo del peludo.

Las localidades de presencia de *C. vellerosus* estuvieron asociadas principalmente al tipo de geoformas y en segundo lugar a la cobertura vegetal. Ambas variables mencionadas explicaron más de la mitad de la distribución de las localidades del piche llorón. La naturaleza del suelo aportó alrededor del 16% a la explicación, ocupando el tercer lugar en orden de importancia. En menor medida, el uso de la tierra estuvo asociado a esta especie y por último las bioformas de la vegetación.

Tabla 6.5. Contribución a la ganancia (C), modelos excluyentes (E) e individuales (I) de las distribuciones predictivas de las tres especies de quirquinchos en la escala de paisaje. Los valores de las tres variables más contribuyentes se muestran en negritas, mientras que la variable más importante para cada especie se resalta demarcada.

Variable	<i>Z. pichiy</i>			<i>C. villosus</i>			<i>C. vellerosus</i>		
	C	E	I	C	E	I	C	E	I
Elevación	5,22	0,73	0,05	5,04	0,87	0,05	4,96	0,56	0,02
Bioformas	39,35	0,64	0,38	15,93	0,86	0,19	12,14	0,53	0,1
Geoformas	24,22	0,65	0,25	12,76	0,8	0,09	30,76	0,45	0,18
Textura suelo	4,89	0,74	0,16	17,35	0,84	0,24	16,67	0,53	0,14
Cobertura vegetal	6,75	0,73	0,19	35,44	0,68	0,43	23,27	0,44	0,19
Uso de la tierra	19,56	0,7	0,32	13,47	0,81	0,14	12,21	0,53	0,06

6.3.3.ii. Evaluación de los modelos

La prueba binomial a una cola realizada con el programa Maxent permitió determinar cuándo un modelo predice la distribución de las localidades de evaluación significativamente mejor que un modelo al azar. El comportamiento del modelo con distintos umbrales de corte permitió estimar la capacidad de predicción de la presencia de una especie en las áreas del paisaje que no registraron localidades (Tabla 6.6, Capítulo 2).

Los modelos de *Z. pichiy* mostraron valores de p que decrecen a medida que los umbrales cambian, indicando una mayor probabilidad de rechazar la hipótesis nula a medida que el umbral se acerca a 10, es decir que la estimación de su hábitat idóneo decrece con valores de umbral menores. Si se quisiera una predicción binaria, el valor del umbral de corte para establecer un límite entre hábitat adecuado e inadecuado debe seleccionarse cuidadosamente.

Tomando como umbral el valor mínimo de probabilidad asignado a cualquiera de las localidades de entrenamiento (PME), la distribución del piche patagónico calculada es una buena estimación continua. Según dicho umbral, esta especie tuvo un área de presencia delimitada por un valor de probabilidad

del píxel de 0,09. El área proporcional predicha indicó que el área de estudio posee un 68% de superficie que puede ser apta para que el piche patagónico pueda habitar, mientras que su tasa de omisión indicó que ninguna localidad fue reasignada como negativa.

La prueba binomial confirmó que la distribución de las localidades de evaluación de las especies del género *Chaetophractus* no se diferencia de una distribución al azar y por lo tanto sus modelos continuos no son aplicables.

Tabla 6.6. Valores de la prueba binomial para las tres especies de armadillos a diferentes umbrales de corte.

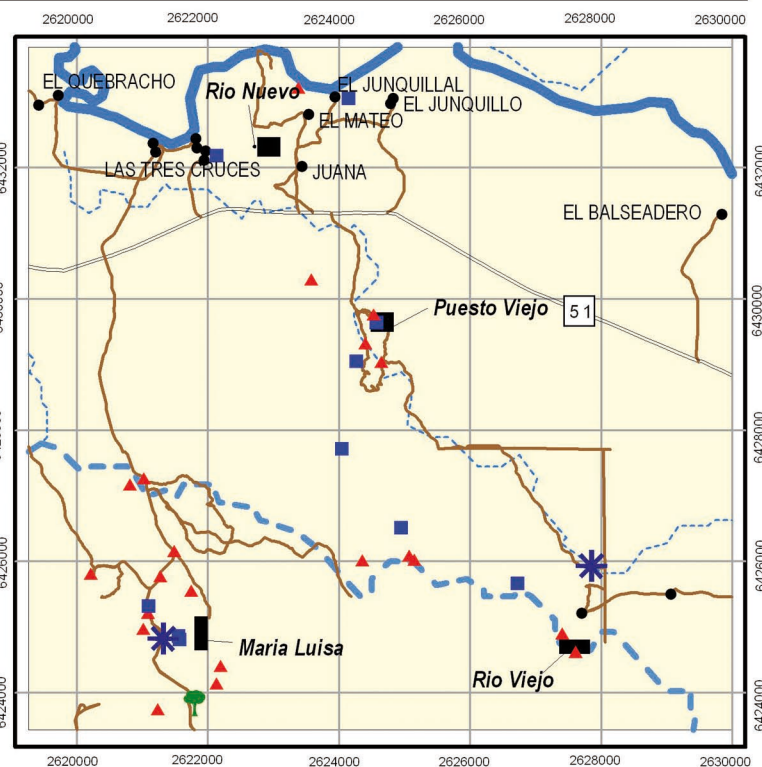
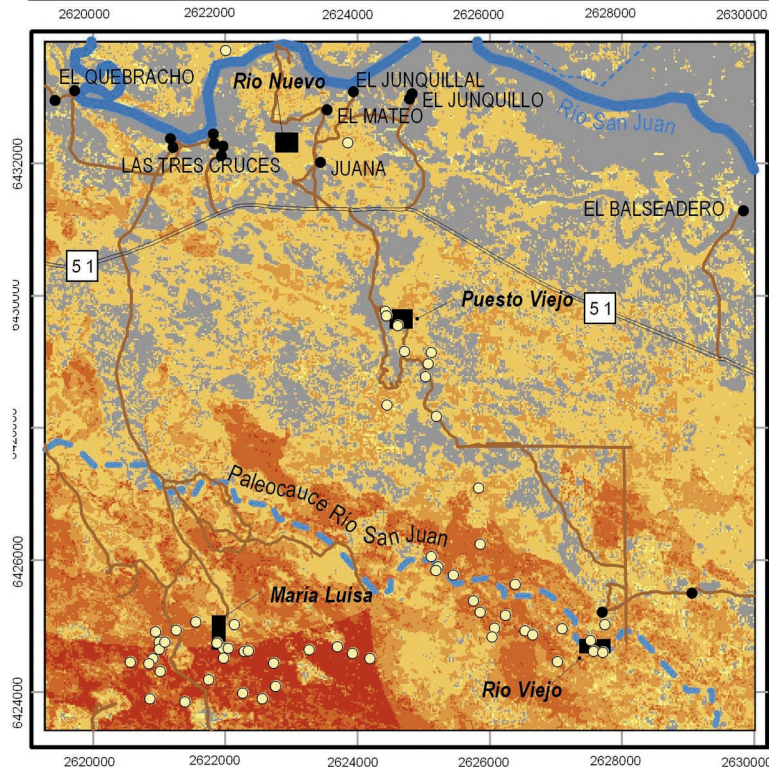
Paámetro	<i>Zaedyus pichiy</i>				<i>Chaetophractus villosus</i>				<i>Chaetophractus vellerosus</i>			
	Valor fijo		PME		Valor fijo		PME		Valor fijo		PME	
Umbral acumulativo	1	5	10	3,41	1	5	10	12,31	1	5	10	26,38
Umbral logístico	0,04	0,12	0,19	0,09	0,04	0,10	0,17	0,21	0,09	0,16	0,21	0,33
Fracción de área predicha	0,82	0,60	0,46	0,68	0,78	0,55	0,41	0,38	0,91	0,74	0,60	0,40
Tasa de omisión de entrenamiento	0,00	0,03	0,07	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00
Tasa de omisión evaluación	0,00	0,05	0,10	0,00	0,10	0,20	0,24	0,22	0,00	0,05	0,20	0,20
Valor p	0,070	0,049	0,002	0,010	0,500	0,260	0,170	0,130	0,820	0,590	0,560	0,360

6.3.3.iii. Mapas de distribución predictiva

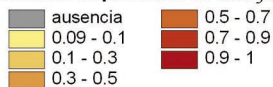
Se utilizaron las 61 localidades de capturas y avistajes de *Z. pichiy* y el total de variables para la construcción de un modelo completo, con el cual se generó el mapa de distribución potencial del hábitat idóneo para esta especie (Figura 6.8). Las probabilidades seleccionadas para tal fin correspondieron a los píxeles con valor igual o superior al umbral PME seleccionado.

Página 141-142, Figura 6.8. Estimación continua del hábitat idóneo para *Z. pichiy* (derecha) y localización de las capturas de *C. villosus* y *C. vellerosus* (izquierda) en el paisaje estudiado.

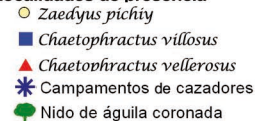
DISTRIBUCIÓN DE ARMADILLOS A ESCALA DE PAISAJE. LAVALLE, 2009/2011



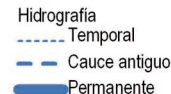
Probabilidad de presencia de *Zaedyus pichiy*



Localidades de presencia



Referencias cartográficas



Fuente: elaboración Viviana Seitz, 2012.

La inspección visual corroboró el acuerdo entre los puntos de colecta de las localidades y la distribución continua de probabilidades. De acuerdo con el presente estudio, el hábitat idóneo de *Z. pichiy* corresponde al sector Sur del área de estudio, en la región de médanos y salitrales. Las localidades se encuentran agrupadas en los sectores de María Luisa y parte del sector Río Viejo localizado al Sureste, evitando el cauce del río San Juan y los paleocauces antiguos de la zona. Según situación relativa del área de estudio en el Departamento de Lavalle, se destaca que el sector Sur corresponde a un área de menor presión antrópica (Figura 6.1). Debido a que las áreas continuas generadas para las especies del género *Chaetophractus* no son confiables, se cartografiaron las localidades de captura y avistajes de modo puntual (Figura 6.8).

6.4. DISCUSIÓN

Se confirmó la presencia en simpatria de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* en el noreste de Mendoza. Las capturas y avistajes de ejemplares de las tres especies, junto a la modelización espacial de las principales dimensiones ambientales, permitieron revelar las categorías del hábitat de importancia potencial en la distribución espacial de los armadillos.

Zaedyus pichiy se encontró concentrado en el sector sur del área de estudio, según la relación directa entre el éxito de muestreo y la latitud. El mínimo éxito de muestreo de esta especie se dio en los alrededores del río San Juan, coincidente aproximadamente al área reconocida sitio Ramsar Guanacache.

Los resultados combinados de las técnicas espaciales y los métodos puntuales permiten plantear los posibles patrones ambientales que puedan estar influyendo en el gradiente de éxito de avistajes y capturas del piche patagónico. Según ambos estudios, el piche patagónico respondió a patrones fisonómicos de la vegetación, prefiriendo los matorrales arbustivos abiertos de retama, atamisque y algarrobo localizados a latitud sur del área de estudio; evitando los matorrales abiertos de zampa, llauillín y vinagrillo localizados en

latitud intermedia del área de estudio como también los matorrales cerrados de alpataco y chilca, patrones de la vegetación ubicados en latitud Norte. La distribución de *Z. pichiy* estuvo facilitada por la presencia de médanos de suelo arenoso, evitando las zonas llanas de suelos arcillosos y limo-arenosos. La fisonomía de vegetación y las geoformas del paisaje, ambas aportan un mayor porcentaje en la definición del nicho ecológico *Z. pichiy*. Debido a la fuerte asociación entre estas dimensiones ambientales, no puede delimitarse un grado de importancia entre ellas.

Chaetophractus villosus se distribuyó según la cobertura de la vegetación y la naturaleza del suelo, seleccionando parches de cobertura media y suelos de tipo arenoso, evitando las secciones con suelos de predominancia arcillosa y areno-arcillosa con menor cobertura vegetal. Con respecto a la fisonomía de la vegetación, esta especie prefirió los matorrales abiertos de retama, atamisque y Algarrobos, evitando aquellos compuestos por zampa, llauillín y vinagrillo. La distribución espacial del peludo parece estar influida de manera secundaria por la fisonomía de la vegetación, es decir que las bioformas del paisaje no actuaron como facilitadoras o limitantes de su presencia. De modo similar, esta especie evitó las planicies con montículos, aunque estas formas en el paisaje no limitarían su presencia en el espacio.

Las escasas capturas de *C. vellerosus* ocurrieron en médanos bajos con sedimentos areno-limosos, aunque el número de capturas no fue suficiente para realizar un análisis robusto sobre sus preferencias de hábitat en el paisaje.

Ambas especies de *Chaetophractus* obtuvieron un bajo número de capturas, por lo tanto sus modelos continuos no fueron confiables, siendo *C. vellerosus* la especie con menos capturas y avistajes. Los recorridos se realizaron mayormente en horarios diurnos, lo que estaría afectando las probabilidades de interceptar a los individuos de esta especie, que varía sus períodos de actividad según la temperatura externa, siendo de hábitos nocturnos durante el verano (Greigor, 1985b; Abba *et al.*, 2011). De modo similar, *C. villosus* es una especie registrada tanto diurna como nocturna, según la zona y la época del año, con una mayor actividad diurna en el verano (Abba, 2008 y citas referidas). El piche patagónico es considerado un quirquincho con actividades diurnas (Superina, 2007; 2008). Por lo tanto, un

sesgo en los horarios de recorrido afectaría en las frecuencias relativas de capturas y avistajes.

La elevación del terreno no sería una variable determinante en la ocupación del hábitat de las tres especies de armadillos en el paisaje. Esto puede deberse a que esta dimensión espacial no es explicativa para esta escala de análisis. El hecho de ser la única variable de naturaleza continua dentro del modelado también puede tener un efecto en el aporte al modelado del paisaje.

La ausencia de armadillos en sitios con cobertura vegetal escasa a nula constituiría una ventaja para su supervivencia, ya que la depredación aérea resultaría más exitosa en áreas sin vegetación. Un estudio sobre la dieta del águila coronada (Pereyra Lobos *et al.*, 2011) que incluyó la colecta de restos de presa bajo el nido, egagrópilas y observaciones de entregas de presa a las crías, indicó que *Z. pichiy* fue la especie dominante en la dieta del águila, con 56% de frecuencia y 51% de biomasa. Dicho estudio se realizó en la Reserva Bosques de Telteca, localizada a 37 km del área de estudio de la presente Tesis. Se confirmó la predación del águila coronada, durante su época probable de nidificación, sobre individuos de *Z. pichiy* juveniles. Esta interacción ecológica apoya la conclusión que *Z. pichiy* evita las regiones de baja cobertura vegetal, selección asociada a un mayor riesgo de depredación aérea.

Zaedyus pichiy también evitó las secciones con cobertura máxima, esto puede relacionarse a una evitación del piche patagónico por las bioformas y/o geoformas del paisaje que poseen parches con fisonomía de vegetación cerrada. Los matorrales arbustivos cerrados de alpataco (*Prosopis alpataco*) y chilca (*Baccharis salicifolia*) que rodean al río San Juan fueron evitados por el piche patagónico, y en efecto estas conformaciones registran hasta el 100% de cobertura. Los paleocauces fueron otras secciones del paisaje con cobertura vegetal total evitadas por el piche patagónico. Los parches conformados por densa cobertura vegetal en los cauces abandonados corresponden a sectores bajos, que en época de lluvias la napa freática se mantiene a nivel superficial. Se conforman así surgencias de agua salada acompañadas de vegetación halófila, tales como jume y zampa. Estos parches son muy puntuales y

acotados, en ellos se corroboró la presencia de zorros, tanto por avistajes como por una alta densidad de rastros convergentes a la fuente de agua, además de abundante ganado. La combinación de estos factores puede estar afectando la presencia del piche patagónico en estos sectores. Por último, la alta cobertura vegetal puede tener incidencia en la eficiencia para interceptar ejemplares de *Z. pichiy*, al disminuir el campo visual de las personas y el perro.

El uso de la tierra que realizan los pobladores estaría afectando la distribución espacial del piche patagónico. Los avistajes de *Z. pichiy* fueron mayores en sitios con bajo uso ganadero, mientras que la textura del suelo y la cobertura vegetal no serían dimensiones relevantes de su nicho ecológico en una escala de paisaje. Por el contrario, estas dimensiones sí resultaron influyentes para *C. villosus* que, sin embargo, evidenció un gradiente en el éxito de avistaje similar al de *Z. pichiy*, es decir decreciente de Sur a Norte. Además, el peludo tuvo una respuesta semejante al piche patagónico frente al uso de la tierra. El hecho de que cada especie de armadillo respondió primariamente a distintos factores naturales permite atribuir el gradiente detectado en ambas especies a efectos derivados del uso antrópico del suelo.

En la presente investigación no se registraron usos en la región que impliquen remociones de la tierra, como la labranza o la extracción de suelo como recurso, lo que puede tener impacto fuertemente negativo en los armadillos (Abba y Superina, 2010; Abba *et al.*, 2011). Las actividades de uso de la tierra se acotaron en el área de muestreo a la extracción de junquillo y la ganadería extensiva, por lo tanto los disturbios ocurridos en el ambiente se asociaron a la modificación de la cobertura y la composición de la vegetación.

El sector sur del área de estudio se corresponde con un área localizada hacia el centro del Departamento de Lavalle, la cual pertenece a un parche de área natural con baja intensidad ganadera (Atlas SigDesert, 2012). En esta Latitud, la distancia a puestos habitados es máxima en toda su periferia, debido principalmente a la ausencia de cuerpos de agua dulce permanentes que dificultan el asentamiento humano (Torres y Pastor, en prensa). El ganado puede tener dinámicas de pastoreo relacionadas a la especie ganadera, la disponibilidad de pastos palatables y el acceso a las fuentes de agua. Los caminos del área ubicada en latitud Sur corresponden a huellas o caminos

internos de suelo sin consolidar, en algunos sectores de difícil acceso con vehículos, lo que afectaría la presencia humana en la zona. Todos estos factores facilitarían la preservación de las poblaciones de armadillos en la sección sur del paisaje, correspondiente al área adyacente al sitio Ramsar.

Los usos de la tierra afectarían la presencia los armadillos de forma indirecta debido a la consecuente modificación del hábitat. Es el caso referido a *C. vellerosus* (Abba *et al.*, 2007; 2011), asociado a los bosques primarios de *Celtis ehrenbergiana*, con suelos sueltos y calcáreos de conchilla de la costa continental de Buenos Aires. Estos ambientes se mantienen como islas de vegetación entre extensas áreas de tierras con uso principalmente ganadero. Debido a ello, el piche llorón se encontraría bajo presiones de uso y modificación del hábitat, que pueden llevar a una extinción local a mediano plazo.

Se ha registrado que la cacería afecta como mínimo al 85% de las especies de armadillos, principalmente para consumo, siendo el principal factor que incide en la conservación de estas especies (Aguiar y Fonseca, 2008; Abba y Superina, 2010). Durante el período de estudio se registró el consumo local de armadillos como fuente de proteínas por parte de algunas familias habitantes del lugar. Este consumo tuvo ciertos criterios tendientes a regular la utilización de los armadillos como alimento, como la evitación del consumo durante los períodos de celo y lactancia, o por un pobre estado nutricional del animal. Las actividades de caza registradas se concretaron durante los recorridos diarios al campo, usualmente de arreo de los piños de cabras de retorno a los puestos. Estos recorridos se realizaron a caballo o a pié y usualmente incluyeron perros, los cuales cumplen un importante papel en la localización y captura de los armadillos. La actividad registrada se realizó sin armas de fuego y la captura fue manual, por lo que la caza es de tipo artesanal. Existen registros del consumo de fauna silvestre incluyendo armadillos, por poblaciones humanas antiguas en la región (Chiavazza y Prieto, 2008). En el área de estudio se confirmó la presencia de osteodermos de armadillos en numerosos restos arqueológicos que se estiman de edad correspondiente al citado trabajo (Seitz, datos sin publicar). El consumo de quirquinchos durante un período prolongado en el tiempo podría tener efectos negativos en las poblaciones silvestres.

Al consumo local se suma la presión de cacería realizada en incursiones provenientes de los centros urbanos, usualmente portadores de armas de fuego y perros entrenados, situación correspondiente con una caza de tipo deportiva (Superina y Abba, 2010). Cabe mencionar los registros de la Dirección de Áreas Naturales Protegidas de Mendoza en el sur de la provincia, los cuales ratifican decomisos que han contabilizado hasta cien armadillos cazados de modo furtivo. La finalidad de este tipo de cacería podría estar relacionada con un comercio venta en el mercado ilegal, inclusive en otras provincias (Superina, 2007). La cacería deportiva fue confirmada en dos secciones del área de estudio de la presente investigación, registrándose el sector sur como el más visitado por los cazadores, es decir aquel de mayor frecuencia de avistajes de armadillos y más alejado de los puestos locales.

En los puestos visitados, el número de perros presentes tuvo un mínimo de dos y un máximo de cinco animales por puesto. La presencia de perros puede ser otra fuente de presión negativa sobre las poblaciones de *Z. pichiy*, al actuar como predadores de modo similar a lo ocurrido para otras especies de quirquinchos (Abba y Superina, 2011).

Futuros trabajos en la zona que incluyan metodologías de estimación sobre el consumo local de quirquinchos y las visitas de cazadores furtivos, podrán precisar un grado de extracción de individuos de las poblaciones de armadillos silvestres. Otra actividad futura deberá detectar el impacto de la ganadería y la extracción de junquillo en las comunidades vegetales a mediano plazo, lo que brindará la referencia para analizar el grado de modificación del paisaje debido a dichos usos de la tierra. Durante el período de muestreo se observó que, además de los ciclos de pastoreo diarios cuyo retorno está guiado por los lugareños, existieron migraciones temporales del ganado hacia el sector sur. Estas migraciones del ganado podrían estar relacionadas a la disponibilidad de fuentes de agua temporales, formadas por la acumulación de agua de lluvia durante escasos días o semanas. Las migraciones de ganado expresarían también una presencia humana más frecuente dentro del área natural del Sur. La dinámica del ganado y su relación con los pulsos húmedos y secos, la respuesta de la vegetación y la fauna a la dinámica del ganado, junto a la presencia de los pobladores en la región y la facilidad de acceso con

vehículos son las dimensiones que deben considerarse en un estudio futuro, para expresar con mayor precisión el grado de presión que actualmente tienen las poblaciones de quirquinchos en el paisaje de Lavalle.

El análisis del grado de presión de caza sobre las poblaciones de fauna nativa, las futuras acciones de legislación ambiental referidas a la convención Ramsar y las acciones provinciales destinadas a preservar los ambientes de mayor valor en el desierto de Lavalle, sólo podrán realizarse de modo efectivo si se llevan a cabo en concordancia con los pobladores locales. Las personas que habitan la región son descendientes de familias originarias de etnia huarpe. Existe en los lugareños una identificación participativa, una visión integradora de su presencia en el ambiente. En ellos está la decisión del consumo de armadillos como fuente de proteínas, pero sobre todo, en los habitantes locales radica un potencial accionar que regule la presencia de los cazadores furtivos.

CAPÍTULO 7. CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT A ESCALA LOCAL Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE SIGNOS DE ACTIVIDAD DE ARMADILLOS

7.1. INTRODUCCIÓN

7.1.1. Marco conceptual del estudio del hábitat

La distribución espacial de los signos de actividad de los armadillos se analizó en base a un marco teórico, que enmarca al concepto de uso del espacio. La teoría de distribución ideal (Fretwell y Lucas, 1970) expresa el modo óptimo en que los animales se distribuirían entre parches de recursos en el ambiente. Según esta teoría, los animales usarían sólo los parches de alta calidad mientras su densidad poblacional es baja, e incrementarían el uso de parches de baja calidad a medida que la densidad y el nivel de competencia incrementan (Weber, 1998).

Constreñimientos fisiológicos y ambientales influyen sobre la toma de decisiones de los animales, alejándolos de la distribución ideal (Wilmschurst *et al.*, 1995). La heterogeneidad del ambiente, referida como la diversidad de parches, grado de fragmentación, efectos de borde, etc. (Morrison *et al.*, 1998) puede interactuar con la competencia entre especies y diluir los procesos de exclusión competitiva (Huston, 1994).

El concepto de forrajeo con sitio central se define como un caso aplicado del teorema del valor marginal (Charnov, 1976). Este concepto ha sido incorporado al estudio de uso de parches por animales que deben retornar a un refugio fijo (tal como puede ser una cueva o nido), debido a que se alimentan en un área alrededor del refugio limitada por su capacidad y velocidad de desplazamiento diario (Schoener, 1979).

La vida subterránea es considerada una especialización frecuente de animales pequeños y medianos, relacionada a las condiciones de los ambientes áridos. Los hábitos subterráneos involucran requerimientos particulares del hábitat, usualmente vinculados a la factibilidad de excavación y

mantenimiento de las cuevas, al flujo y escurrimiento del agua de lluvias en el terreno donde se localiza y al intercambio gaseoso entre el interior y el exterior de la cueva (Seymour y Seely, 1996).

7.1.2. Ecología de las especies estudiadas

El comportamiento cavador de los armadillos es una de las características más conspicuas del grupo. Puede considerarse un comportamiento esencial en el aprovisionamiento de alimento, además de la construcción de cuevas. El conocimiento sobre la ecología comportamental de los armadillos ha sido revisado por McDonough y Loughry (2008), quienes recopilaron e interpretaron los trabajos de los últimos 100 años que incluyeran aspectos ecológicos relacionados al comportamiento, sobre los cuales puedan realizarse inferencias funcionales. Sus comparaciones etológicas sobre todas las especies de armadillos incluyeron, entre otros comportamientos, la actividad de cavar.

Las especies de armadillos que construyen cuevas lo hacen con una variedad de propósitos, dentro de ellas realizan varias actividades como dormir, reservar alimentos, actividades asociadas a la reproducción, la protección de depredadores y de condiciones climáticas desfavorables. McNab (1980; 1985) analizó las relaciones entre la homeotermia imperfecta de los armadillos y la temperatura ambiente, concluyendo que el hábito de cavar puede ser una consecuencia de la limitada capacidad termorreguladora que poseen estos animales.

Muchos aspectos de las cuevas varían según la especie; algunos armadillos construyen cuevas con una única entrada, otras con al menos más de una como *C. vellerosus* (Greigor, 1985; Abba *et al.*, 2005) que pueden estar orientadas con relación a los vientos predominantes (Carter y Encarnaçao, 1983; Abba *et al.*, 2005) o no (McDonough y Loughry, 2008 y citas referidas). Algunas especies construyen nidos con restos vegetales en el interior de la cueva, como ambas especies del género *Chaetophractus* aquí analizadas (Abba *et al.*, 2008) o bien pueden ser cuevas sin nidos, como en otras especies en las que se incluye *Z. pichiy* (McDonough y Loughry, 2008; Superina, 2008).

La actividad de excavación por parte de los armadillos permite reconocer no sólo su presencia, sino también la intensidad con que estos animales utilizan un determinado hábitat. La existencia de distintos tipos de excavaciones hace posible reconocer las actividades asociadas a ellas y bajo ciertas condiciones, atribuirles una funcionalidad aparente. La distribución espacial de los signos de actividad de los armadillos están ligados al área de acción de los individuos, información disponible para pocas especies de armadillos (McDonough y Loughry, 2008). Por ejemplo, se ha planteado que los hábitats con mayor cobertura de bosques primarios en Brasil exhiben un uso más intenso por parte de los armadillos, aunque la densidad y probabilidad de fundar nuevas cuevas no se vio afectada por el tipo de cobertura forestal (Arteaga y Venticinque, 2012). Sin embargo, en dicho trabajo las cuevas no fueron reconocidas según las especies de armadillos que las construyeron.

Zaedyus pichiy y *C. villosus* fueron registrados a través de sus signos de actividad en Soven (San Luis), un paisaje de médanos con origen eólico junto a numerosas lagunas –la mayoría de agua dulce– semi-hundidas y rodeadas por albardones medanosos. Este paisaje fue definido como de pajonales dominantes, interrumpidos por islas de bosques compuestas principalmente por chañar (*Geoffrea* sp.) y caldén (*Prosopis* sp.). Dentro de esta heterogeneidad, se reconoció de modo informal una distribución desigual de las cuevas de ambas especies de quirquinchos. El piche patagónico realizó sus cuevas más frecuentemente en los terrenos de ondulaciones pronunciadas, muchas veces próximos a las lagunas pero sin llegar a su zona de influencia. Mientras que en lugares llanos, son más abundantes y están mejor desarrolladas las cuevas de peludos. El autor registró rastros de alimentación sobre los médanos, especialmente en el pie de los mismos, también “adentrados en el médano vivo” especialmente hozaduras de piches patagónicos, mientras que en las islas de bosques es raro que los armadillos caven (Crespo, 1944). En el mismo trabajo, el autor expuso un registro de los signos de actividad adjudicados a *C. vellerosus* en diferentes sitios de muestreo localizados en Catamarca, Jujuy y La Rioja. En el caso de los ambientes montanos surcados por valles, la mayor densidad de signos de actividad del piche llorón se registró en el suelo suelto y poco coherente dentro del paisaje rocoso. En ciertos casos estas

características coincidían en las inmediaciones de ríos y arroyos y sus zonas de influencia. Las cuevas de esta especie fueron registradas aisladas, o bien agrupadas en número variable (Crespo, 1944).

En lo que respecta al conocimiento sobre los movimientos de las especies aquí estudiadas, solo se posee información sobre *C. vellerosus*. Greigor (1980b; 1985) registró en Andalgala (Catamarca) a un ejemplar de piche llorón que realizó 222 hozaduras y construyó 19 cuevas en un período de cinco días. En estudios realizados en la ecorregión de la Pampa Ondulada, Abba *et al.* (2005) diferenciaron dos estructuras subterráneas construidas por las dos especies del género *Chaetophractus* aquí analizadas: las estructuras simples, usadas como refugios temporarios o búsqueda de alimento, y las estructuras complejas utilizadas como viviendas. El recuento de estas estructuras permitió reconocer una segregación en el uso del hábitat, asumiendo que la densidad de signos expresa indirectamente dicho uso (Abba *et al.*, 2007). *Chaetophractus vellerosus* fue el armadillo más especialista, utilizando secciones del bosque de talas (*Celtis ehrenbergiana*) con suelos calcáreo arenosos, utilizando los pastizales adyacentes como ambientes para alimentarse pero prefiriendo el talar para su refugio y la mayoría de las actividades de forrajeo. Por su parte, *C. villosus* se encontró en todos los hábitats disponibles. Ambas especies solaparon sus sitios de alimentación, algo esperado debido a que compartieron gran número de ítems alimenticios (Abba *et al.*, 2007).

Del área de acción de estas especies, sólo se tienen datos de *C. vellerosus*. Según Greigor (1980b; 1985) el área de acción de los cinco ejemplares analizados osciló entre 3,6 a 4,6 ha. Pagnutti *et al.* (2011) obtuvieron resultados del área de acción de *C. vellerosus* en Magdalena (Buenos Aires) sobre un total de 25 ejemplares, obtuvieron un valor promedio de 4,11 ha (rango: 0,7-4,1), esto es un área de acción esperada para un mamífero de su peso. Abba *et al.* (2011) colectaron información del área de acción de 28 individuos, con un promedio de 0,267 ha (rango: 0,005-0,897) constituyendo el análisis más robusto hasta la fecha. Los autores expresan que las áreas de acción registradas fueron relativamente pequeñas para lo calculado según un mamífero de unos 800 gr de peso (Swihart *et al.*, 1988).

Existe un antecedente que analiza cuantitativamente los patrones de actividad de una especie de armadillo en base a sus huellas combinadas con avistajes directos (Layne y Glover, 1985). En el mismo se comparó la intensidad de la actividad de *Dasypus novemcinctus* en relación a las estaciones anuales en la región centro-sur del Estado de Florida (Estados Unidos).

7.1.3. Objetivos, hipótesis y marco metodológico

El objetivo general de este Capítulo fue analizar la distribución espacial de los signos de actividad de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* y su relación con las características físicas y biológicas de cada tipo de microhábitat descrito en las parcelas de estudio. Para lograr este fin se plantearon una serie de objetivos específicos:

7.1. Identificar las variables ambientales que mejor expliquen las distribuciones de signos de actividad de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* dentro de las parcelas de muestreo.

7.2. Cuantificar la relación entre los signos de actividad de cada especie y los atributos físicos y biológicos de los parches a escala local.

7.3. Obtener modelos de distribución de los signos de actividad con las variables ambientales seleccionadas y analizar la integridad de dichos modelos para cada especie.

7.4. Identificar y representar espacialmente los microhábitats óptimos para la localización de los signos de actividad de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus*.

7.5. Analizar posibles interacciones biológicas entre las especies en cuanto al uso y selección del hábitat a escala local.

En este marco se postularon dos hipótesis para esta sección del estudio:

H_{7.1}. La distribución de los signos de actividad de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* no es azarosa, sino que está ligada a los recursos físicos y biológicos del microhábitat.

H_{7.2}. En aquellas áreas con solapamiento interespecífico existe una diferenciación de preferencias de hábitat según la especie de armadillo.

Para la colecta de datos de cuevas y rastros de forrajeo se siguieron las recomendaciones efectuadas al trabajar con técnicas indirectas (Arévalo, 2001; Sutherland, 2006; Muñoz-Pedrerros, 2010). La primera es no confundir la designación específica del signo de actividad descripto (Capítulo 3). Segundo, debe mantenerse el diseño del monitoreo constante a lo largo del tiempo y efectuarlo en forma estacional. Tercero, todos los métodos de recuento indirecto se mejoran si pueden validarse con recuentos directos de los individuos (Capítulo 6), ya que las técnicas directas combinadas con indirectas optimizan la información disponible sobre las poblaciones. Cuarto, no debe confundirse la estimación de intensidad de actividad con abundancia, ya que un aumento en el número de rastros puede representar una mayor actividad, una mayor abundancia o ambas.

7.2. MÉTODOS

7.2.1. Colecta de signos de actividad

Se contabilizaron los signos de actividad de los armadillos presentes dentro de las cuatro parcelas de muestreo en un total de diez ocasiones desde marzo de 2010 a noviembre de 2011. Los signos se categorizaron según su funcionalidad de refugio o forrajeo. Se utilizaron sólo aquellos signos con asignación específica (Capítulo 3).

El recuento y localización de los signos frescos se efectuó recorriendo 24 transectas en cada parcela, separadas 25 m una de otra y distribuidas tanto en forma paralela como perpendicular, a fin de cubrir la totalidad del área designada. La longitud de las transectas dependió de la forma de cada parcela: en las cuadradas fue de 330m y en las rectangulares fue de 190 o 510 m. Durante cada recorrido se registró la trayectoria de la transecta y la geoposición de cada signo de actividad observado mediante GPS Garmin.

Se registraron las condiciones meteorológicas durante cada muestreo y en los días previos al mismo, ya que modifican la detección e identificación de las huellas y los signos de actividad (Capítulo 3).

7.2.2 Selección de variables ambientales y análisis

Se generaron las bases de datos espaciales de las variables ambientales colectadas en las parcelas. La representación del ambiente de cada parcela se realizó utilizando como sistema de referencia a la cuadrícula de 36 intersecciones, representado en el terreno por los puntos de muestreo (Capítulo 2, sección 2.1.3.ii).

Para representar el ambiente de las parcelas se colectaron datos de la densidad aparente o resistencia del suelo. Esta variable fue tomada con un penetrómetro dinámico de cono, elaborado en el taller de tornería del CCT-Mendoza siguiendo a Ferreiro *et al.* (2007). La densidad se estimó como la cantidad de golpes necesarios para penetrar 5 cm de suelo, en un perfil de 1 m de profundidad. En cada uno de los 156 puntos de muestreo se realizaron tres mediciones de la densidad del suelo, a fin de trabajar con el promedio.

Sobre el modelo digital de elevación se derivaron la exposición solar y la pendiente del terreno. Para estimar la geomorfología se efectuó una combinación entre el modelo digital de elevación y la supervisión en el terreno sobre los puntos de muestreo (Capítulo 2, sección 2.2.1.ii).

La cobertura de vegetación y la diversidad florística se estimaron durante la época estival de 2010 y 2011, mediante el método *Point-Quadrat* modificado (Passera *et al.*, 1983). Este método fue aplicado en dos transectas perpendiculares de 30 m de longitud (con orientaciones Norte-Sur y Este-Oeste) en cada uno de 22 puntos de muestreo seleccionados entre los 156 puntos fijados en las parcelas. La diversidad florística se estimó mediante el índice de diversidad Shannon-Wiener (H' , Anexo II) (Colwell y Futuyma, 1971).

La diversidad entomológica fue estimada aplicando H' como relación de los ejemplares obtenidos de 10 trampas de caída por parcela, en funcionamiento durante el período verano del año 2011 (Anexo II).

A fin de simplificar el tratamiento de los análisis, las variables ambientales continuas fueron categorizadas usando intervalos de igual rango comprendidos entre el valor mínimo y máximo, a fin de expresarlas mediante clases discretas.

Los modelos predictivos de la distribución de signos de actividad para cada especie de armadillo se generaron promediando los valores obtenidos de 10 submodelos; con 75% de localidades de entrenamiento y 25% de evaluación. Las funciones de inclusión de las variables al modelo fueron por defecto, se seleccionaron un máximo de 500 iteraciones con un umbral de convergencia de 10^{-5} y el múltiplo regularizador de 1. Se evaluó el ajuste de los modelos sobre las pruebas de reclasificación, utilizando la contribución a la ganancia y los modelos excluyentes como los métodos de evaluación más efectivos. Se analizó la capacidad predictiva de los modelos sobre el comportamiento de diferentes umbrales de corte (Capítulo 2, sección 2.2.2.iii).

La selección de microhábitat fue detectada con la prueba de χ^2 , e índice de Bailey. El análisis de solapamiento en la partición de las geoformas para la construcción de las cuevas se realizó aplicando el índice de afinidad de Renkonen (1938) (Capítulo 2, Sección 2.3).

7.3. RESULTADOS

7.3.1. Signos de actividad de los armadillos

A lo largo del período de estudio se registraron 323 signos de actividad, la mayoría de los signos observados fueron clasificados como pertenecientes a *Z. pichiy* (50 cuevas y 175 hozaduras), en segundo lugar a *C. villosus* (12 cuevas y 68 hozaduras), mientras que *C. vellerosus* estuvo escasamente representado con una cueva y 17 hozaduras. Para el año 2011, la mayor densidad de signos de actividad se concentró en María Luisa y Río Viejo (Tabla 7.1).

7.3.2. Variables ambientales

Las clases ambientales resultantes de la representación espacial del hábitat se expresan en el Anexo II, sección II.1. Las parcelas María Luisa, Puesto Viejo y Río Nuevo presentaron geoformas de médano (pié, ladera, filo, intermédano) además de sectores bajos. La parcela ubicada en el paleocauce contó con sectores de la sección más baja del cauce, de suelo llano (fondo del paleocauce) o bien secciones del fondo con montículos de hasta 80 cm de alto, además de secciones del terreno que abarcaron sus terrazas de inundación.

Tabla 7.1. Períodos de registro y número de signos de actividad en las parcelas de muestreo.

Mes	María Luisa	Puesto Viejo	Río Viejo	Río Nuevo
Año 2010				
Marzo	41	27		
Abril	10	11	-	-
Junio	2	5	-	-
Agosto	0	0	-	-
Septiembre	1	46	-	-
Octubre	16	0	2	-
Año 2011				
Marzo	34	11	14	11
Mayo	17	8	11	9
Septiembre	35	12	23	10
Noviembre	9	1	6	0

Estas geoformas tuvieron dureza del suelo altamente variable, desde suelos arenosos sueltos, y por lo tanto muy blandos (10-20 megaNewton por cm³ de superficie), hasta secciones arcillosas del terreno de dureza muy alta (170 o más mN*cm³) o secciones con tosca a los 40 cm de profundidad, la cual arriba a los 400 mN*cm³ necesarios para penetrar un metro de profundidad.

La cobertura de vegetación osciló entre el 30 y el 90%, encontrándose la mayor cobertura en una sección de la terraza inferior del Río Viejo, sección que también obtuvo mayor diversidad florística.

En cuanto a la diversidad entomológica, los máximos se registraron en las parcelas Puesto Viejo y Río Viejo, en ambos casos fueron puntuales y en geoformas diferentes (pié de médano en el primer caso, terraza inferior del paleocauce en el segundo caso).

7.3.3 Modelos de distribución de signos de actividad

Para analizar el uso del microhábitat según la especie de armadillo, se tomaron como localidades a la totalidad de los signos de actividad, según la parcela de muestreo en la que fueron colectados. Se esquematizaron 24 modelos posibles, teniendo en cuenta la combinación entre la parcela de muestreo y la funcionalidad aparente con la que los signos de actividad fueron clasificados. Como resultados, se mencionan únicamente aquellos modelos

con localidades resultados significativos. Los resultados de los modelos de distribución de los signos de actividad por especie se adjuntan en el Anexo V.

7.3.3.i. Cuevas de refugio

Para el piche patagónico los análisis sobre María Luisa y Puesto Viejo indicaron buena modelación, con una ganancia de 2,30 ($\approx \exp^{(0,80)}$) y 2,97 ($\approx \exp^{(1,09)}$) de las localidades de presencia correctamente reclasificadas, mientras que el índice AUC mostró en ambos casos un buen ajuste (Tabla 7.2). El índice AUC indicó una buena predicción de la distribución de las cuevas de *Z. pichiy*, con probabilidades de 83% y 91% de que un píxel con presencia sea clasificado como tal, respectivamente.

Tabla 7.2. Índices de los modelos de Maxent para cuevas de refugio según la especie asignada y las parcelas de muestreo en las que fueron registradas.

Parcelas	Parámetros	<i>Z. pichiy</i>	<i>C. villosus</i>	<i>C. vellerosus</i>
		Modelos de entrenamiento		<i>total</i>
Parcela María Luisa				
	Localidades	19	6	0
	Ganancia	0,80 (1,14)	1,91 (2,95)	-
	AUC	0,88	0,98	-
	Entropía	8,41	7,3	
Parcela Puesto Viejo				
	Localidades	15	3	1
	Ganancia	1,09(1,47)	-	-
	AUC	0,91	-	-
	Entropía	8,12	-	-
Parcela Río Nuevo				
	Localidades	1	3	0
Parcela Río Viejo				
	Localidades	4	-	0
Modelo de evaluación				
Parcela María Luisa				
	Localidades	6	1	0
	Ganancia	0,65	2,02	-
	AUC	0,81	0,96	-
Parcela Puesto Viejo				
	Localidades	5	0	1
	Ganancia	0,64	-	-
	AUC	0,83	-	-
Parcela Río Nuevo				
	Localidades	1	0	0
Parcela Río Viejo				
	Localidades	4	0	0

Las cuevas que *C. villosus* construyó para refugio han sido insuficientes para realizar un análisis probabilístico confiable, si bien éstas tuvieron el ajuste relativo más alto en la ganancia y el valor de entropía, expresado en el índice AUC. Esto indicó que las siete cuevas de esta especie han tenido valores ambientales similares entre sí.

Los modelos de distribución de las cuevas de *Z. pichiy* en ambas parcelas indicaron que las variables físicas del microhábitat tuvieron mayor importancia que las biológicas (Tabla 7.3). La exposición, las geoformas y la dureza del suelo han sido las variables ambientales que explicaron mayormente la distribución de probabilidades. En los modelos de *C. villosus* también explican la distribución de las cuevas la resistencia del suelo y la exposición del terreno, a las que se incorporó también una variable biológica: la cobertura de la vegetación.

Tabla 7.3. Contribución a la ganancia y modelos excluyentes de las cuevas de *Z. pichiy* y *C. villosus* en las parcelas María Luisa y Puesto Viejo. Los valores de las variables más importantes se muestran en negritas. La variable más importante se resalta demarcada.

Variable	<i>Zaedyus pichiy</i>				<i>C. villosus</i>	
	Parcela María Luisa		Parcela Puesto Viejo		Parcela María Luisa	
	Contribución	Excluye	Contribución	Excluye	Contribución	Excluye
Cobertura vegetal	8,59	0,76	4,3	1	20,92	1,87
Diversidad entomológica	0,94	0,79	6,06	1,03	0,08	1,96
Diversidad florística	16,45	0,75	0	1,05	0,04	1,96
Exposición	24,05	0,65	38,18	0,78	29,68	1,51
Geomorfología	39,79	0,62	16,26	1	8,61	1,83
Pendiente	3,46	0,78	12,76	0,97	1,59	1,93
Resistencia	6,72	0,74	22,43	0,98	39,07	1,45

El análisis de uso selectivo del hábitat a escala local indicó que la distribución de las cuevas de ambas especies difirió de lo esperado por una distribución al azar, tanto para las 49 cuevas de refugio de *Z. pichiy* como para las 11 cuevas de *C. villosus* (Figura 7.2).

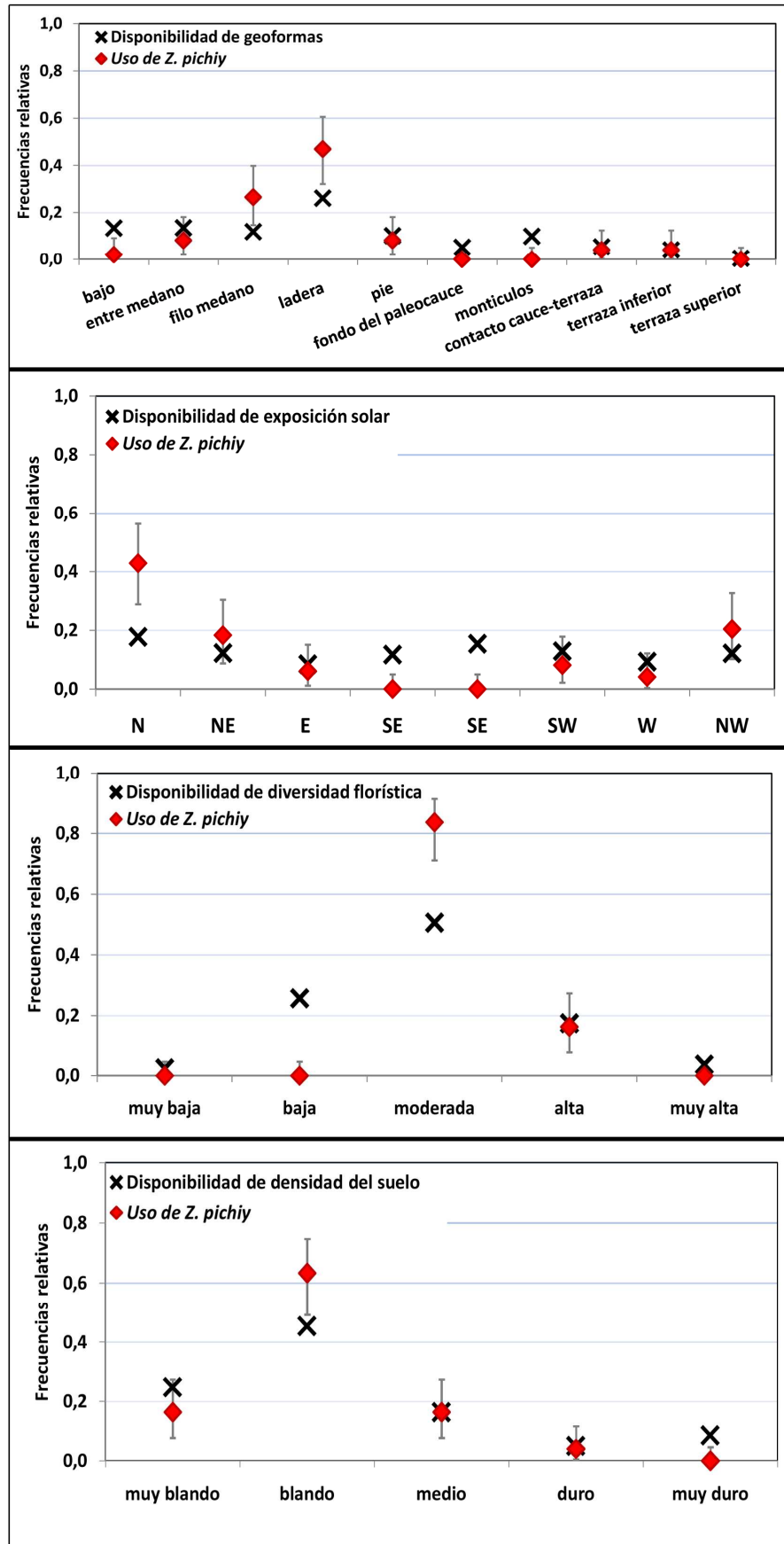


Figura 7.1. Frecuencias relativas de disponibilidad de elementos del microhábitat y de presencia de cuevas de *Z. pichiy*. Las barras verticales indican el intervalo de Bailey.

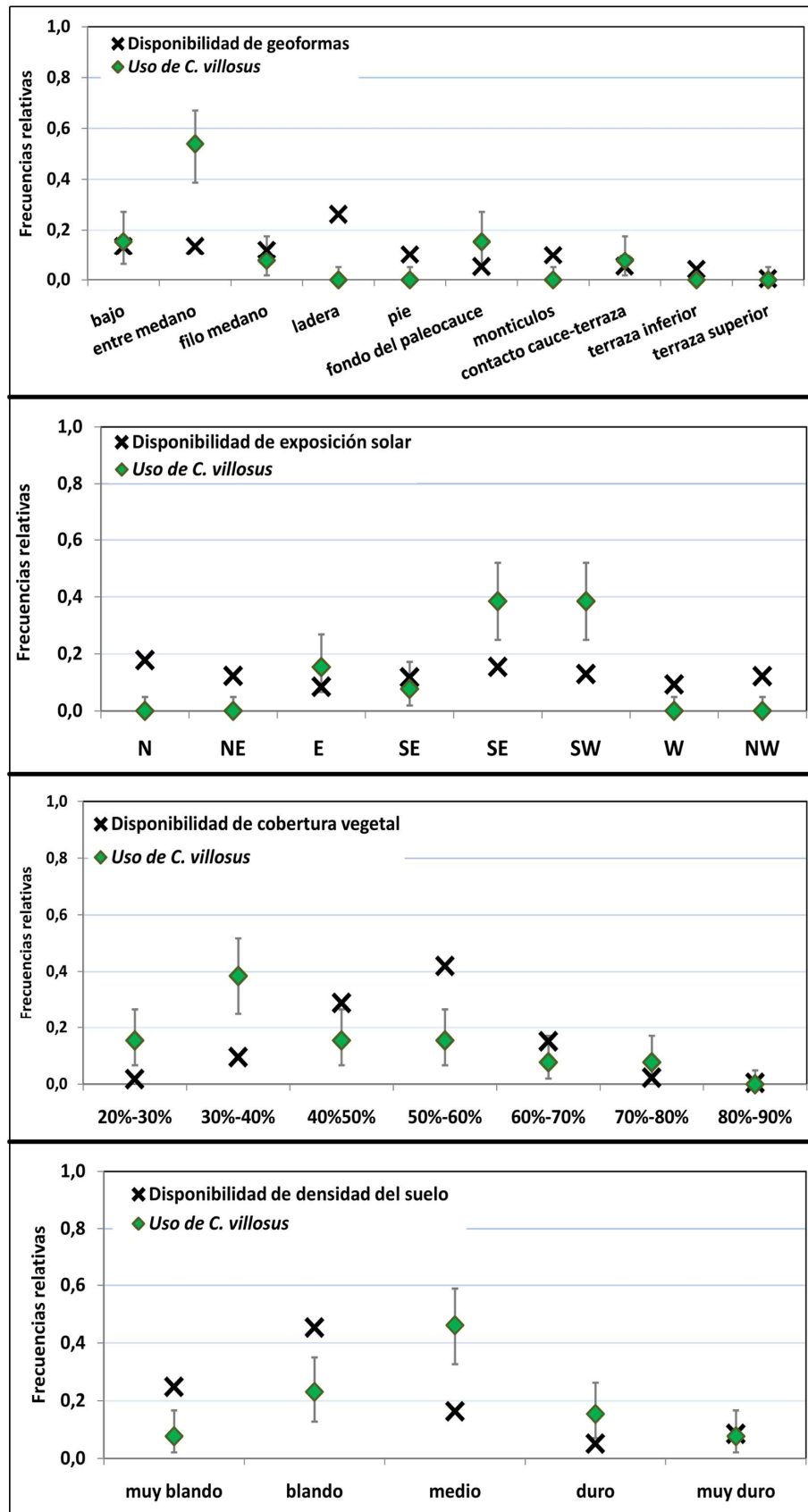


Figura 7.2. Frecuencias relativas de disponibilidad de elementos del microhábitat y de presencia de cuevas de *C. villosus*. Las barras verticales indican el intervalo de Bailey.

La selección de características del microhábitat para la construcción de las cuevas se analizó solamente sobre aquellas variables identificadas como importantes para la modelación. Las cuatro variables más explicativas de la distribución de las cuevas de *Z. pichiy* y *C. villosus* se graficaron en la Figura 7.1.

El piche patagónico prefirió las geoformas de ladera y el sector superior de los médanos, evitando las planicies con montículos, el fondo del paleocauce y los bajos ($\chi^2= 62,53$; $p < 0,005$). De las laderas y los filos de los médanos, *Z. pichiy* prefirió la exposición Norte y evitó las exposiciones al Sur y Sureste ($\chi^2= 76,57$; $p < 0,005$). En cuanto a la resistencia del terreno, las cuevas se localizaron con preferencia en suelos blandos y evitando los muy duros ($\chi^2= 18,72$; $p < 0,005$) conformados por sedimentos limoarcillosos y tosca. En relación a la vegetación, este armadillo prefirió la diversidad florística moderada ($\chi^2= 53,45$; $p < 0,005$).

El análisis de selección de características del microhábitat para la construcción de cuevas por parte de *C. villosus* indicó que esta especie prefirió las geoformas de entremédano y el fondo del paleocauce, evitando montículos, pie y ladera del médano ($\chi^2= 193,55$, $p < 0,005$; Figura 7.2.). Las cuevas del peludo se localizaron con preferencia por una exposición Sur a Suroeste, evitando la mayor exposición solar (Noreste, Norte, Noroeste y Oeste, $\chi^2= 143,52$, $p < 0,005$). En cuanto a la resistencia del terreno, este armadillo prefirió suelos de dureza intermedia a alta y evitó los muy blandos a blandos ($\chi^2= 98,24$, $p < 0,005$). Las cuevas de *C. villosus* se localizaron con preferencia en sitios de baja cobertura vegetal, evitando la cobertura intermedia ($\chi^2= 233,88$, $p < 0,005$).

El índice de afinidad de Renkonen indicó que las geoformas utilizadas por *Z. pichiy* y *C. villosus* para construir sus cuevas tuvieron un 22% de similitud.

7.3.3.ii. Rastros de alimentación

El mayor número de signos de actividad de alimentación permitieron modelizaciones espaciales más robustas para las tres especies. Cuatro modelos para *Z. pichiy* y tres para *C. villosus* obtuvieron buena adecuación, de acuerdo al índice AUC de los modelos de entrenamiento (Tabla 7.4).

Tabla 7.4. Índices de ajuste de los modelos de Maxent para hozaduras según la especie asignada y la parcela de muestreo en donde fueron registradas.

	<i>Z. pichiy</i>	<i>C. villosus</i>	<i>C. vellerosus</i>
Modelos de entrenamiento			
Parcela María Luisa			
Localidades	57	31	3
Ganancia	0,62	0,78	-
AUC	0,82	0,86	-
Entropía	8,59	8,43	-
Parcela Puesto Viejo			
Localidades	44	8	7
Ganancia	0,39	0,9	1,05
AUC	0,76	0,89	0,91
Entropía	8,82	8,3	8,15
Parcela Río Nuevo			
Localidades	6	4	3
Ganancia	0,9	1,75	-
AUC	0,95	0,97	-
Entropía	8,31	7,45	-
Parcela Río Viejo			
Localidades	26	9	0
Ganancia	0,84	0,89	-
AUC	0,86	0,91	-
Entropía	8,36	8,32	-
Modelos de evaluación			
Parcela María Luisa			
Localidades	18	10	1
Ganancia	0,5	0,61	-
AUC (d. e.)	0,77 (0,04)	0,79 (0,06)	-
Parcela Puesto Viejo			
Localidades	14	2	2
Ganancia	1,14	0,07	1,42
AUC (d. e.)	0,65 (0,07)	0,72 (0,11)	0,76 (-0,02)
Parcela Río Nuevo			
Localidades	2	1	-
Ganancia	1,42	0,87	-
AUC (d. e.)	0,91 (0,05)	0,7 (-1)	-
Parcela Río Viejo			
Localidades	8	3	-
Ganancia	0,63	0,9	-
AUC (d. e.)	0,78 (0,08)	0,79 (0,12)	-

El índice de evaluación AUC indicó que puede acercarse al valor crítico 0,75 en los modelos de *Z. pichiy* (Puesto Viejo) y *C. villosus* (Puesto Viejo, Río Nuevo), valor por debajo del cual los modelos no se consideran de buena estimación. Se contabilizaron sólo nueve signos de alimentación para *C. vellerosus* en Puesto Viejo.

La importancia de las variables ambientales sobre los modelos de *Z. pichiy* destacó la relevancia de los aspectos biológicos, a diferencia de lo obtenido con los modelos de cuevas de refugio (Tabla 7.5).

En todos los casos de análisis válidos para *Z. pichiy*, se encontraron representadas las variables destacadas en la modelización de la distribución de cuevas, a las que se sumaron la diversidad vegetal, la entomológica en el caso de la parcela del paleocauce y la cobertura vegetal en la parcela María Luisa. A diferencia de las cuevas, la dureza del suelo no estuvo asociada como variable principal a ningún modelo del piche patagónico.

Algo similar ocurrió con los modelos de *C. villosus*, en los que la diversidad florística y entomológica estuvieron representadas con altos valores de ganancia además de la exposición solar y la cobertura vegetal como ocurrió con sus cuevas. Las escasas hozaduras de *C. vellerosus* también estuvieron asociadas a la cobertura vegetal.

7.3.5. Evaluación de los modelos y representación espacial

La prueba binomial de la distribución de probabilidades, realizada a diferentes umbrales de corte, brindó información sobre la capacidad de predicción de la presencia de signos de actividad distribuidos en las parcelas de muestreo, según los valores de p de las pruebas estadísticas (Tabla 7.6, Tabla 7.7). Las distribuciones de cuevas y hozaduras de *Z. pichiy* y *C. villosus* en la parcela María Luisa mostraron valores de p que decrecen a medida que los umbrales cambian, indicando una mayor probabilidad de rechazar la hipótesis nula a medida que el umbral se acerca a 10, con una estimación que decrece con valores de umbral menores.

Tabla 7.5. Contribución a la ganancia y modelos excluyentes de los modelos de rastros de forrajeo de *Z. pichiy* y *C. villosus* según las parcelas de muestreo. Los valores de las tres variables más significativas se muestran en negritas. La variable más importante se resalta demarcada.

Variables	<i>Zaedyus pichiy</i>							
	Parcela María Luisa		Parcela Puesto Viejo		Parcela Río Viejo		Parcela Río Nuevo	
	Contribución	Excluyente	Contribución	Excluyente	Contribución	Excluyente	Contribución	Excluyente
Cobertura vegetal	11,26	0,58	1,22	0,38	17,97	0,73	5,89	0,87
Diversidad entomológica	0,48	0,61	9,36	0,35	20,71	0,77	9,3	0,81
Diversidad florística	47,25	0,55	17,3	0,33	14,2	0,72	13,98	0,76
Exposición solar	7,49	0,58	35,24	0,27	18,35	0,67	21,4	0,72
Geoformas	23,18	0,54	12,28	0,34	7,81	0,77	33,48	0,52
Pendiente	3,81	0,6	7,97	0,35	13,83	0,74	15,89	0,82
Resistencia	6,53	0,57	16,62	0,34	7,12	0,78	0,07	0,9

Variables	<i>Chaetophractus villosus</i>							
	Parcela María Luisa		Parcela Puesto Viejo		Parcela Río Viejo		Parcela Río Nuevo	
	Contribución	Excluyente	Contribución	Excluyente	Contribución	Excluyente	Contribución	Excluyente
Cobertura vegetal	17,69	0,68	40,16	0,57	18,75	0,82	26,66	1,52
Diversidad entomológica	10,15	0,72	17,02	0,84	10,78	0,82	0	1,75
Diversidad florística	21,46	0,75	3,61	0,9	15,1	0,85	0,43	1,75
Exposición	10,47	0,72	21,51	0,71	32,42	0,61	10,59	1,58
Geoformas	24,84	0,69	5,16	0,85	6,71	0,84	3,01	1,72
Pendiente	8,69	0,7	5,66	0,84	5,37	0,86	57,65	1,02
Resistencia	6,69	0,74	6,88	0,85	10,87	0,82	1,66	1,74

Tabla 7.5 (Continuación) Contribución a la ganancia y modelos excluyentes de los modelos de hozaduras pertenecientes a *C. vellerosus*.

Variables	<i>Chaetophractus vellerosus</i>	
	Parcela Puesto Viejo	
	Contribución	Excluyente
Cobertura vegetal	42,47	0,74
Diversidad entomológica	7,65	0,96
Diversidad florística	0	1,05
Exposición	12,9	0,93
Geoformas	16,18	0,95
Pendiente	17,37	0,9
Resistencia	3,43	1,02

Tabla 7.6. Valores de la prueba binomial para las cuevas de *Z. pichiy* y *C. villosus* a diferentes umbrales de corte. Se resumen los resultados de las parcelas con localizaciones de cuevas suficientes para realizar modelos robustos.

Parámetros	<i>Zaedyus pichiy</i>								<i>Chaetophractus villosus</i>			
	Parcela María Luisa				Parcela Puesto Viejo				Parcela María Luisa			
	Valores fijos		PME		Valores fijos		PME		Valores fijos		PME	
Umbral acumulativo	1	5	10	13,5	1	5	10	14,7	1	5	10	35,9
Umbral logístico	0,05	0,11	0,19	0,23	0,03	0,09	0,18	0,26	0,017	0,042	0,085	0,36
Fracción área predicha	0,80	0,58	0,44	0,42	0,72	0,46	0,33	0,28	0,63	0,39	0,25	0,069
Tasa de omisión entrenamiento	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0	0	0	0
Tasa de omisión de evaluación	0,02	0,05	0,13	0,07	0,00	0,08	0,20	0,26	0	0	0	0,1
Valor <i>p</i>	0,323	0,092	0,069	0,039	0,225	0,055	0,094	0,100	0,624	0,393	0,253	0,164

Tabla 7.7. Valores de la prueba binomial para los rastros de forrajeo de las tres especies a diferentes umbrales de corte. Se expresan los resultados de las parcelas con localizaciones de cuevas suficientes para realizar modelos de distribución espacial robustos.

Parámetros	<i>Zaedyus pichiy</i>															
	Parcela María Luisa				Parcela Puesto Viejo				Parcela Río Viejo				Parcela Río Nuevo			
	Valores fijos		PME		Valores fijos		PME		Valores fijos		PME		Valores fijos		PME	
Umbral acumulativo	1	5	10	1,27	1	5	10	2,62	1	5	10	4,05	1	5	10	38,06
Umbral logístico	0,06	0,14	0,21	0,06	0,12	0,20	0,25	0,15	0,05	0,12	0,17	0,10	0,06	0,09	0,19	0,43
Fracción de área predicha	0,83	0,61	0,48	0,86	0,92	0,76	0,65	0,87	0,81	0,61	0,47	0,67	0,82	0,61	0,43	0,19
Tasa de omisión de entrenamiento	0,01	0,04	0,07	0,00	0,01	0,03	0,08	0,00	0,00	0,04	0,06	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
Tasa de omisión de evaluación	0,03	0,06	0,10	0,02	0,02	0,09	0,19	0,04	0,03	0,14	0,18	0,05	0,00	0,00	0,10	0,10
Valor <i>p</i>	0,164	0,009	0,002	0,296	0,417	0,187	0,205	0,381	0,287	0,196	0,121	0,131	0,680	0,375	0,289	0,100
	<i>Chaetophractus villosus</i>															
Umbral acumulativo	1	5	10	3,30	1	5	10	15,53	1	5	10	16,15	1	5	10	41,15
Umbral logístico	0,04	0,13	0,20	0,10	0,05	0,13	0,19	0,24	0,06	0,11	0,16	0,21	0,04	0,06	0,09	0,39
Fracción de área predicha	0,79	0,57	0,44	0,69	0,83	0,63	0,47	0,46	0,85	0,63	0,49	0,41	0,67	0,53	0,37	0,11
Tasa de omisión de entrenamiento	0,01	0,05	0,08	0,00	0,00	0,01	0,08	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tasa de omisión de evaluación	0,04	0,07	0,12	0,02	0,00	0,05	0,30	0,10	0,00	0,10	0,17	0,20	0,20	0,40	0,40	0,40
Valor <i>p</i>	0,20	0,04	0,04	0,15	0,70	0,47	0,49	0,32	0,63	0,38	0,31	0,29	0,75	0,72	0,63	0,49

Tabla 7.7. (Continuación) Valores de la prueba binomial para los rastros de forrajeo de *C. vellerosus* a diferentes umbrales de corte.

Parámetros	Chaetophractus vellerosus			
	Parcela Puesto Viejo			
	Valores fijos			PME
Umbral acumulativo	1	5	10	13,98
Umbral logístico	0,05	0,09	0,14	0,17
Fracción de área predicha	0,81	0,57	0,42	0,44
Tasa de omisión de entrenamiento	0,00	0,03	0,07	0,00
Tasa de omisión de evaluación	0,10	0,20	0,30	0,20
Valor <i>p</i>	0,727	0,501	0,468	0,426

La zona idónea para la distribución de las cuevas de *Z. pichiy* pudo delimitarse tomando como umbral de corte los valores de presencia mínima de entrenamiento, obteniendo un 42% de la superficie de la parcela María Luisa potencialmente apta, delimitada por un valor de probabilidad del píxel de 0,23 mientras que su tasa de omisión indicó que con esta decisión ninguna localidad de cueva es reasignada como negativa.

Las hozaduras de *Z. pichiy* pudieron convertirse en modelos de presencia utilizando en este caso el umbral de corte fijo con 5% de las localidades extremas excluidas, en este caso 61% de la superficie de la parcela resultó apto para forrajeo, con menos del 0,5% de localidades de forrajeo erróneamente reclasificadas según la tasa de omisión.

Las distribuciones de las hozaduras de *C. villosus* en la parcela María Luisa permitieron delimitar áreas de presencia y ausencia, no así sus cuevas de refugio. Sus valores *p* indicaron una probabilidad mayor de rechazar la hipótesis nula a medida que el umbral se acerca a 10. Alrededor de 60% de la superficie de la parcela resultó idónea para el forrajeo del peludo, delimitada aplicando un umbral de corte fijo de 5% y reclasificando erróneamente menos de 1% de las hozaduras. Los valores de la prueba binomial para las restantes parcelas no permitieron definir porcentajes de las mismas con presencia de cuevas o sitios de forrajeo para las tres especies.

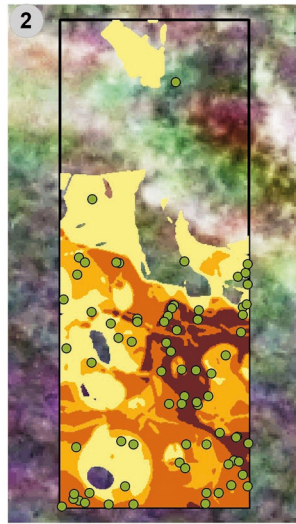
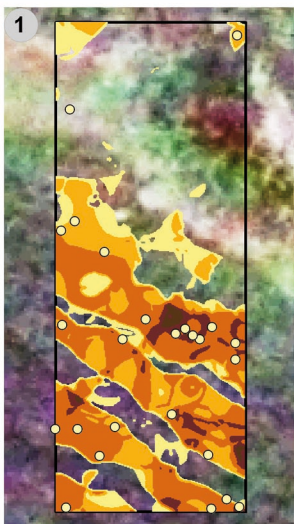
La representación cartográfica de los signos de actividad de los armadillos en las parcelas se realizó con la totalidad de localidades de colecta para cada especie (Figura 7.3). Los microhábitats idóneos para cuevas y hozaduras de *Z. pichiy* en la parcela María Luisa se definieron como áreas continuas, seleccionando los píxeles con valor superior al umbral que indica presencia (0,23 para cuevas de refugio y 0,14 para signos de alimentación). En la misma parcela se definió el área de forrajeo de *C. villosus* utilizando el umbral logístico de 0,20, que se graficó junto a los puntos donde se localizaron sus cuevas.

La representación espacial evidenció la localización de las cuevas del piche patagónico en el cuadrante sur de la parcela, donde se localizaron los médanos, con una distribución fragmentada. Se registró un buen ajuste de las localidades con respecto a la distribución continua de probabilidades, quedando sólo una cueva localizada en el bajo que no fue explicada por la distribución continua. En la representación cartográfica se observa la alta probabilidad en las laderas y sectores superiores de los médanos con exposición hacia el Norte y Noroeste, que se alternan con áreas de hábitat subóptimo en las laderas con exposición Sur. El microambiente idóneo donde se localizaron las hozaduras fue un poco más variable, dejando tres de ellas por fuera del área continua predicha. Estos signos de forrajeo incluyeron el área de las cuevas y se extendieron a todo el médano, incluyendo secciones bajas del ambiente.

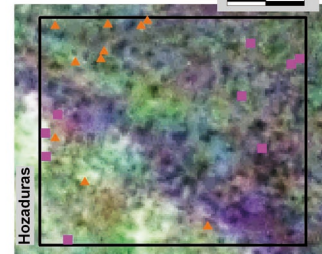
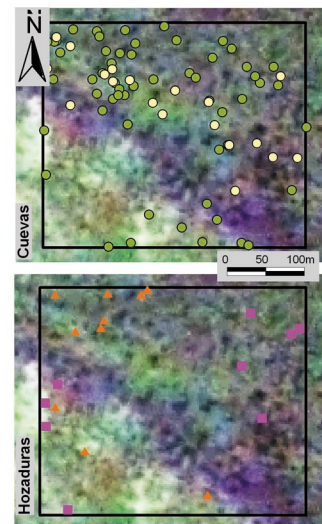
Las cuevas de *C. villosus* se localizaron hacia el segmento noreste de la parcela, en la región de los bajos y prácticamente en oposición al área de influencia de *Z. pichiy*. Para el peludo, la localización de las cuevas se encontraron incluidas dentro del área de forrajeo continua, excepto dos de ellas localizadas en la planicie con montículos. Sus áreas de forrajeo se solaparon parcialmente en ciertas secciones del médano que fueron utilizadas también por el piche patagónico para su alimentación y refugio (Figura 7.3.).

Página 171-172, Figura 7.3. Representaciones cartográficas de las parcelas de muestreo y la distribución de signos de actividad de las tres especies de quirquinchos recolectados en el período de estudio.

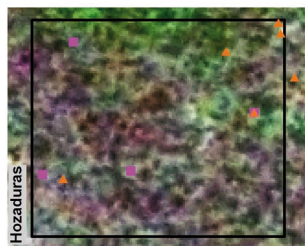
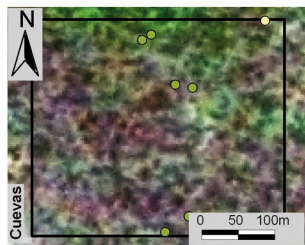
María Luisa



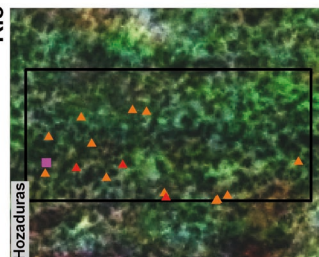
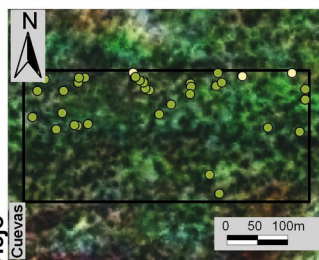
Puerto Viejo



Río Nuevo

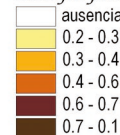


Río Viejo



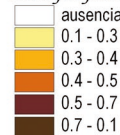
1

Cuevaas
Zaedyus pichiy



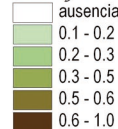
2

Hozaduras
Zaedyus pichiy



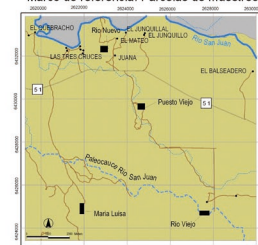
3

Hozaduras
Chaetophractus villosus



Especie	Cuevaas	Hozaduras
<i>C. vellerosus</i>		
<i>C. villosus</i>		
<i>Z. pichiy</i>		
Parcela de muestreo		

Marco de referencia. Parcelas de muestreo



DISTRIBUCION DE LOS SIGNOS DE ACTIVIDAD DE LAS
TRES ESPECIES A ESCALA LOCAL

Fuente: Elaboración Viviana P. Seitz 2012.

7.4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de técnicas espaciales y puntuales permitieron detectar una segregación entre *Z. pichiy* y *C. villosus* en cuanto a la distribución de los signos de actividad, y por lo tanto, un uso selectivo del hábitat a escala local.

La localización de las cuevas puso en evidencia que estas especies utilizan el hábitat con preferencias diferentes, con áreas de forrajeo que incluyeron hábitats adyacentes a las cuevas. Los resultados de este Capítulo inducen a plantear una nueva hipótesis de asociación hozadura-cueva, que se manifestaría en patrones espaciales que definan las actividades de alimentación de los armadillos. Este patrón concordaría con lo esperado en especies que retornan sus refugios, las que categorizarían como forrajeadoras de sitio central (Orians y Pearson, 1979).

Los trabajos de Cassini *et al.* (1990) y Cassini (1993) utilizaron a *C. vellerosus* como especie modelo, en ellos probaron experimentalmente la hipótesis que el piche llorón no realiza recorridos al azar mientras se alimenta. Los individuos siguieron un patrón en espiral, comenzando desde el exterior del parche y moviéndose progresivamente hacia el interior, lo que minimiza la probabilidad de visitar un mismo sector. Por otro lado, existen registros de reutilización de las cuevas en individuos de *C. vellerosus* (Greene, 1985) aunque el autor expone que no siempre ocurre el retorno a una misma madriguera. Abba *et al.*, (2007) registraron segregación del hábitat a través de la densidad de cuevas de *C. villosus*, *C. vellerosus* y *Dasypus novemcinctus*. *Chaetophractus villosus* fue la especie más abundante y ocupó todos los ambientes; *C. vellerosus* en cambio se comportó como el más especializado en la construcción de sus cuevas, moviéndose hacia zonas aledañas al forrajear (Abba *et al.*, 2011). Superina (2008) observó que los individuos de *Z. pichiy* en cautiverio retornan a una misma cueva durante varios días, además de construir cuevas diarias (Superina *et al.*, 2008) si bien el cautiverio pueda alterar el comportamiento que se daría naturalmente en estado silvestre.

Las geoformas de médanos resultaron el microhábitat idóneo para *Z. pichiy*, ya que fueron utilizadas para refugiarse y concentrar sus actividades de

forrajeo. La preferencia del piche patagónico por las zonas de médano para construir sus refugios, en especial sus laderas y secciones superiores, podría atribuirse a dos factores principales que a continuación se discuten: suelos blandos y mayor exposición al sol.

Los suelos duros parecen actuar como factor ambiental limitante en la distribución de *Z. pichiy* a escala local, lo que puede deberse a un mayor gasto de energía y esfuerzo requeridos para la excavación de cuevas, probablemente también una mayor exposición a predadores por el tiempo más prolongado que requeriría dicha excavación.

La preferencia del piche por los médanos podría explicarse por las características físicas de estas geoformas. Los médanos constituyen terrenos con pendiente y por lo tanto, una orientación, particularmente Sureste-Noroeste que en el área de estudio, lo que genera secciones del terreno con mayor exposición al sol que otras. Sumado a ello, la naturaleza vítrea de la arena se traduce en un mayor calor específico con respecto al limo y la arcilla. Ambas características físicas de los médanos generarían parches en el hábitat, los que tendrán una diferencia térmica con los parches colindantes. Este efecto se traduciría en una fuente de energía calórica, que podría ser utilizada por *Z. pichiy*.

Los xenartros tienen una tasa metabólica baja, además de una alta conductancia térmica lo que se traduce en una temperatura corporal variable y diferencial con el ambiente, con diferencias entre 5 y 10 °C por debajo de la temperatura atmosférica (McNab, 1980; 1985). *Zaedyus pichiy* es la especie de armadillo que posee la mayor diferencia con la tasa metabólica estándar para un mamífero de su peso (McNab, 1979; 1985). El piche patagónico es un animal capaz de hibernar exhibiendo largos períodos de torpor (Roig, 1971) interrumpidos por períodos de eutermia; característica que estaría asociada a su supervivencia en los períodos desfavorables resultante de la combinación entre baja temperatura ambiental y baja disponibilidad de invertebrados de suelo como alimento (Superina y Boily, 2007). Los hábitos semifosoriales de *Z. pichiy* pueden beneficiarlo en la regulación de la temperatura corporal, la cueva actuaría en la amortiguación de los cambios de la temperatura exterior a la cueva (Superina y Boily, 2007 y citas referidas). El piche patagónico tiene un ciclo de hibernación regulado por la temperatura exterior de la cueva (Superina, 2007; Superina y Boily, 2007).

La localización de las cuevas de refugio en las laderas de los médanos de mayor exposición solar le facilitaría la regulación de la temperatura corporal, que podría elevar utilizando como fuente de calor la temperatura de la arena que conforma su cueva. Esta preferencia también puede tener efecto sobre el sopor diario de esta especie, regulando el despertar periódico, aspectos que se consideran relevantes para un estudio ulterior.

Los rastros de forrajeo del piche, que fueron más numerosos en las inmediaciones de las cuevas, se distribuyeron a lo largo de los médanos y ocasionalmente en los bajos, poniendo en evidencia una utilización del ambiente más amplia en sus búsquedas de alimento.

A diferencia de *Z. pichiy*, los signos de actividad de *C. villosus* expresaron una preferencia de esta especie por terrenos bajos, estos fueron los cauces antiguos e intermédanos ocupados por bosques de algarrobos y chañares (*Geoffrea decorticans*), también se lo pudo encontrar en el pié del médano, mientras que hubo una evitación por las laderas y filos de los médanos. Esto podría atribuirse a la preferencia de esta especie por suelos de dureza moderada a alta y la evitación de los suelos muy blandos. La dureza del suelo constituiría para esta especie uno de los factores limitantes de su distribución, lo que podría atribuirse a mayores requerimientos para el mantenimiento de las cuevas que en el caso del piche. En efecto, debido al mayor tamaño corporal del peludo sus cuevas tienen mayor diámetro, lo que incrementa el riesgo de colapsarse si el sitio tiene suelo con poca o ninguna estructura. Por otro lado, su mayor masa muscular le permitiría construir sus refugios en un tiempo relativo menor, con menos esfuerzo y gasto de energía que *Z. pichiy*.

La exposición cardinal es otra característica importante para esta especie y distintiva con respecto al piche, ya que las cuevas del peludo estuvieron expuestas con preferencia hacia el Sur y Suroeste.

En las observaciones durante el período de estudio se pudo registrar signos de actividad relacionados al comportamiento de asoleamiento en cuevas de *Z. pichiy* y *C. villosus*, probablemente como modo de regular la temperatura corporal (Capítulo 3), tal como expone Cabrera y Yepes (1940) para los

armadillos que “gustan de tomar baños de sol, lo que lo hacen panza arriba y sumidos en un sueño durante el cual suelen exteriorizar un temblequeo y frecuentes convulsiones” (Abba, 2008).

La distribución de los signos de forrajeo tuvo una explicación probabilística más relacionada a las variables biológicas del ambiente, tales como la cobertura vegetal, la diversidad florística y entomológica, esto estaría de acuerdo a una mayor disponibilidad de alimento en parches más diversos. No obstante, la dinámica de las variables biológicas relacionada a los pulsos de lluvia advierte sobre la necesidad de ponderarlas con precaución. Además, existen interrelaciones entre dichas variables cuyos efectos no han sido tenidos en cuenta dentro de la modelación. En efecto, la diversidad de artrópodos de suelo estaría correlacionada con la vegetación, en especial en los ecosistemas áridos. En éstos, las comunidades de artrópodos son sensibles a las distintivas condiciones microclimáticas que se generan bajo las plantas, sobre todo bajo leñosas como *Prosopis flexuosa*. Los algarrobos aumentan la heterogeneidad ambiental favoreciendo el establecimiento de especies, por ejemplo de coleópteros tenebriónidos que prefieren las condiciones húmedas y frescas imperantes bajo de la copa de los algarrobos, mientras que otras especies como las hormigas prefieren mayor insolación y menor humedad (Flores *et al.*, 2004).

El número de rastros de forrajeo que un individuo puede realizar en sus actividades diarias variará ampliamente de acuerdo a sus requerimientos nutricionales y la disponibilidad de alimento en el ambiente. La proporción relativa de signos entre las tres especies coexistentes en el área bajo estudio concuerda con los resultados obtenidos en el Capítulo 6 referidos a los avistajes de ejemplares. Tanto en ejemplares avistados como en cuevas y hozaduras observadas, *Z. pichiy* fue la especie predominante, le siguió *C. villosus* y *C. vellerosus* se presentó en muy baja proporción.

Superina (2008) registró testimonios de pobladores locales del sur de Mendoza que los individuos de *Z. pichiy* mantienen una misma cueva durante todo el invierno. Los testimonios de los pobladores de la zona de Lavalle coinciden en que los piches patagónicos cambiarían de cuevas pocas veces, o ninguna, al año; en cambio, durante el verano su actividad es mayor.

Finalmente, es de destacar que la técnica de modelación espacial a escala local puede ser aplicada seleccionando variables ambientales adecuadas a esta escala y una resolución suficientemente detallada, de modo que puedan definirse parches ambientales heterogéneos del hábitat de los armadillos. Futuras corroboraciones en el terreno de los resultados aquí expuestos evaluarán la capacidad predictiva para localizar mayor actividad de los armadillos en otras zonas de muestreo, dentro o incluso fuera del área de paisaje estudiada.

CAPÍTULO 8. CARACTERIZACIÓN DEL USO DEL ALIMENTO Y PERÍODOS DE ACTIVIDAD DE LOS ARMADILLOS

8.1. INTRODUCCIÓN

8.1.1. Conceptos aplicados al estudio

El uso que las especies hacen del alimento y la variedad de hábitats que ocupan son aspectos centrales en la ecología animal (Johnson, 1980). A partir de la Teoría de Forrajeo Óptimo (TFO, Schoener, 1971; Pyke, 1984; Stephens y Krebs, 1986) se ha planteado las posibles estrategias que adoptan los animales para enfrentar cambios temporales y espaciales en la disponibilidad alimentaria: con abundante alimento los individuos se focalizan en los ítems más nutritivos y específicos y amplían su espectro dietario cuando la disponibilidad se vuelve escasa (MacArthur y Pianka, 1966; Owen-Smith y Novellie, 1982). El análisis del uso de un recurso frente a su disponibilidad permite diferenciar entre usos selectivos y oportunistas, cuya interpretación ecológica involucra los conceptos de minimización de tiempo y maximización de energía de la TFO (Jaksic, 1989). Con algunas excepciones, los depredadores oportunistas poseen un amplio nicho trófico con dietas generalizadas, mientras que las dietas de un depredador selectivo constan de proporciones de presas diferentes a las disponibles en el parche donde ese depredador se alimenta (Jaksic, 1989).

De acuerdo a sus hábitos alimentarios, las especies de armadillos pueden clasificarse según el reconocimiento de una tendencia a la especialización de su dieta (Redford, 1985). Esta clasificación identifica cuatro grupos, con especies carnívoras-omnívoras de hábitos generalistas en un extremo, hasta especies insectívoras especialistas en el otro. Más específicamente, este autor reconoce los grupos:

- 1) Carnívoros-omnívoros: con una dieta que incluye material de origen animal de cualquier tipo, así como también frutos y raíces. Dentro de

este grupo se reconocen los tres géneros de armadillos eufractinos: *Euphractus*, *Chaetophractus* y *Zaedyus*.

2) Insectívoros generalistas de hábitos fosoriales: estas especies se alimentan de insectos y –probablemente– restos vegetales. Dentro de este grupo se reconocen las especies de los géneros *Chlamyphorus* y *Calyptophractus*.

3) Insectívoros generalistas de hábitos terrestres: grupo conformado por especies que se alimentan mayormente de insectos, ocasionalmente de vertebrados e incluyendo pocos restos vegetales. A su vez, dentro de este grupo existen tendencias a la selección de hormigas como alimento, marcada por la morfología y la biología de sus especies. Esto ocurre con las especies del género *Dasypus*.

4) Insectívoros especialistas de hábitos mirmecófagos: dentro de este grupo están los armadillos que seleccionan hormigas y termitas como ítem principal de su dieta. Está conformado por siete especies agrupadas en tres géneros: *Cabassous*, *Tolypeutes* y *Priodontes*.

El apoyo de las técnicas moleculares a la relación monofilética de las subfamilias Euphractinae, Dasypodinae y Tolypeutinae (Delsuc *et al.*, 2003), ha sugerido que las diferencias alimentarias han sido aspectos críticos en la diversificación evolutiva de los armadillos (McDonough y Loughry, 2008).

En general, los armadillos consumen una amplia variedad de ítems alimentarios, como restos vegetales, insectos y pequeños vertebrados. De acuerdo con lo concluido por McDonough y Loughry (2008), los insectos más consumidos entre las especies de armadillo son escarabajos (Coleóptera), hormigas (Himenóptera) y termitas (Isóptera). Estas presas, que son consumidas en estado adulto y larvario, parecen ser los componentes más importantes en la dieta anual de muchas especies de armadillos.

Sin embargo, no se posee información referida a la alimentación de más del 60% de las especies de quirquinchos. A su vez, los trabajos formales sobre dieta abarcan períodos de tiempo más o menos extensos de tiempo de estudio, sin dejar de mencionar una acumulación considerable de trabajos sólo para una única especie, *D. novemcinctus* (McDonough y Loughry, 2008).

Se espera que la dieta de los eufractinos estudiados en la presente Tesis varíe geográfica y estacionalmente, algo esperable por pertenecer al grupo generalista carnívoro-omnívoro.

8.1.2. Dieta de las especies estudiadas

El análisis de la variedad de ítems dietarios consumidos por *Z. pichiy* tiene como precedente el análisis de contenidos estomacales de 29 piches provenientes de Malargüe (sur de Mendoza) colectados en sobre hallados en febrero de 2006 (Superina *et al.*, 2009a). En dicho análisis se registraron escarabajos, hormigas y restos vegetales como ítems dietarios, afirmándose la preferencia en el consumo de insectos. Las principales presas ingeridas por el piche patagónico fueron las larvas de escarabajos. Las hormigas registradas en los estómagos correspondieron a varias especies, tanto adultos como larvas y huevos, indicando que *Z. pichiy* depreda el interior de los hormigueros. Los vertebrados ingeridos fueron escasos e incluyeron lagartijas y micromamíferos. Unos pocos estómagos presentaron abundante volumen porcentual de larvas de moscas (Díptera), comúnmente encontrados en animales en estado de descomposición. Esto sugiere que, frente a un animal en descomposición, el piche patagónico mantiene una alimentación insectívora antes que carroñera. Los escorpiones y arañas (Quelicerados) fueron frecuentes, aunque en baja representación en cada caso. Los autores concluyen una alimentación generalista oportunista para *Z. pichiy*, siendo su dieta predominante de insectos (Superina *et al.*, 2009a).

Chaetophractus villosus registra una alimentación variada; predominarían en su dieta los invertebrados, principalmente coleópteros, junto con la vegetación. El estudio realizado por Abba (2008) sobre 11 muestras de heces de ejemplares provenientes de la provincia de Buenos Aires indicó a escarabajos adultos y larvas como ítems alimentarios principales, seguidos por restos vegetales y escasos restos de hormigas (adultos y huevos), cucarachas (*Blattodea*) y frutos de tala (*Celtis ehrenbergiana*). Otro análisis dietario fue realizado por Cuéllar (2008) sobre los contenidos estomacales de 406 ejemplares de peludo en el Chaco de Bolivia, con un 59% de volumen de restos vegetales, cerca del 35% de insectos y un 3,4% de microvertebrados, lo que corrobora la dieta omnívora de esta especie.

Se realizaron estudios sobre la composición de la dieta de *C. vellerosus* sobre ejemplares provenientes de diferentes puntos de su rango de distribución. El primer análisis lo realizó Greigor (1980a; 1985) sobre los contenidos estomacales colectados durante un año de Andalgalá (Catamarca). Este autor detectó una variación estacional en la abundancia relativa de los ítems alimentarios entre 48 ejemplares capturados en el verano y 36 en el invierno. Esta variación se relacionó a la marcada periodicidad del ambiente árido habitado por la población estudiada. Durante el invierno predominaron restos vegetales, especialmente vainas de *Prosopis* sp. acompañados de tubérculos y raíces, con un bajo número de insectos y vertebrados. Durante el verano la dieta fue más carnívora, con insectos como presa principal junto a vertebrados como roedores, lagartos y aves.

Otro análisis sobre la dieta de *C. vellerosus* provenientes de Magdalena (Buenos Aires) también indicó variaciones entre épocas del año (Soibelzon *et al.*, 2007). En los 28 estómagos colectados durante 14 meses se registró un predominio de vegetales y vertebrados en otoño, en invierno y primavera predominaron los invertebrados. No se incluyeron muestras de verano.

En el Chaco de Bolivia se estudiaron los contenidos estomacales de 130 ejemplares colectados durante nueve años (Cuéllar, 2008). Este análisis expresó una dieta compuesta por restos vegetales en un poco más de la mitad del volumen (56%), mientras que los insectos ocuparon el 41% del volumen y los vertebrados estuvieron representados por apenas el 0,2%.

Abba *et al.* (2011) analizaron los hábitos alimentarios de *C. vellerosus* en la provincia de Buenos Aires sobre 135 heces colectadas durante dos años de muestreo. Los ítems registrados también incluyeron insectos, mamíferos y restos vegetales. De los primeros, los artrópodos registrados fueron coleópteros (larvas y adultos); himenópteros (larvas y huevos); hormigas (huevos, larvas y adultos); cucarachas; arañas (Aranae); ciempiés y milpiés (Miriapoda) y langostas y grillos (Ortóptera). Este estudio registró una distribución estacional de los ítems ingeridos por el piche llorón, que puede estar asociada a las variaciones de disponibilidad de ítems presa en el ambiente de acuerdo a sus ciclos reproductivos. Sus resultados confirmaron a

C. vellerosus como euritrófico generalista, con un alto consumo de coleópteros larvas y adultos, consumo que disminuye en primavera y es complementado por el consumo de materia vegetal (Abba *et al.*, 2011).

No se han realizado hasta la fecha estimaciones de la disponibilidad de alimento en el ambiente y el consumo que tienen los armadillos. Un análisis comparativo de la dieta de estas especies de armadillos simpátricas que tenga como referencia la presencia y abundancia de ítems alimenticios en el ambiente puede aportar información sobre las respuestas ecológicas de las especies a la presencia estacional del alimento.

8.1.3. Períodos de actividad y ciclos biológicos de los armadillos

Con referencia a los horarios de actividad de cada especie, los antecedentes disponibles mencionan a *Z. pichiy* como un armadillo de hábitos diurnos en Mendoza (Superina, 2007). Los avistajes en estado silvestre de ejemplares provenientes del sur de Mendoza no ocurrieron antes de las 10:00h o después de 20:30h, aunque no se aclara en qué estaciones del año se realizaron las observaciones. Muñoz-Pedreros (2010), en su trabajo sobre mamíferos de Chile, menciona al piche patagónico como de hábitos diurnos y nocturnos, sin mencionar la fuente de información que apoya su afirmación.

Abba y Cassini (2008) realizaron una revisión bibliográfica de la ecología de *C. villosus* en la provincia de Buenos Aires, en el cual incluyen los horarios de actividad. El ciclo diario de esta especie parece no tener un patrón fijo en esta región, ha sido registrado durante período diurno y nocturno dependiendo de la zona y la época del año, con actividades más diurnas en invierno (Abba y Cassini, 2008 y citas referidas).

Greigor (1985) describió un uso diferencial del tiempo de *C. vellerosus* en Catamarca, adoptando comportamientos más diurnos en el invierno (09:00h-18:00h) y nocturnos en verano (22:00-06:00h). En la provincia de Buenos Aires también tuvo un uso diferencial del tiempo, de acuerdo a las estaciones del año. Durante las estaciones frías, los ejemplares concentraron sus actividades al mediodía y primeras horas de la tarde ($13:54 \pm 01:42$), mientras que en las estaciones cálidas el horario promedio de actividad se

presentó durante la tarde y noche (primavera= 17:00 ± 02:33; verano= 18:28 ± 01:18; Abba *et al.* (2011). Este comportamiento estaría asociado a las características de termorregulación de estos armadillos (McNab, 1980; 1985).

Existe poca información referida al ciclo reproductivo y biológico de las especies aquí estudiadas. Superina y Jahn (2009) y Superina *et al.* (2009b) analizaron el ciclo reproductivo y biológico de *Z. pichiy* en Mendoza, informando cómo las actividades de esta especie están demarcadas por el período de hibernación. Se estima que el apareamiento ocurriría entre mediados y fines de setiembre (Superina, 2008) luego del cual sigue un período de gestación que se extendería alrededor de 60 días, continuado por unos 50 días de lactancia. Posteriormente, tanto los juveniles como las hembras fértiles deben acumular reservas de energía en forma de grasa para sobrevivir al próximo período de torpor invernal (Superina *et al.*, 2009b).

El período de hibernación de *Z. pichiy* comienza en abril y se extiende hasta fines de julio, interrumpido periódicamente por salidas al exterior de la cueva. Los machos llegan a la madurez sexual alrededor de los nueve meses de vida, luego inician un período de actividad sexual de tres a cinco meses que abarca de fines del invierno hasta inicios del verano. Durante esta fase, en los machos de *Z. pichiy* se visualizan externamente los testículos, los cambios morfológicos y fisiológicos son acompañados por un aumento en la agresividad (Superina y Jahn, 2009). Durante el período de proestro o inactividad sexual, no se registran comportamientos agresivos (Superina, 2008).

Pueden existir variaciones en la estacionalidad reproductiva en poblaciones de esta especie. Superina y Jahn (2009) expusieron una relación entre los niveles hormonales y el origen geográfico de los ejemplares. Así, individuos provenientes del norte de Mendoza tendrían ciclos reproductivos más extensos (inicios de agosto hasta mediados de enero), que los individuos del sur de la provincia (mediados de agosto hasta fines de noviembre).

El ciclo biológico de *C. villosus* se deduce de trabajos realizados sobre esta especie en cautiverio. Bajo estas condiciones, el peludo se alimentó de ítems variados acumulando una gran cantidad de grasa periódica. Esta especie ha tenido alumbramientos desde febrero hasta diciembre, con al menos tres camadas (Ratajszczack y Tresowska, 1997 citado en Superina y Jahn, 2009).

El período de gestación duró entre 60 y 75 días, seguido de un período de lactancia de aproximadamente 55 días. Al igual que lo registrado para *Z. pichiy*, el período de madurez sexual es de nueve meses (Gardner, 2005).

En cuanto al período reproductivo de *C. vellerosus*, sólo se menciona que la actividad reproductiva ocurre en primavera mientras que las crías se registraron durante el verano (Abba *et al.*, 2011).

8.1.4. Objetivos, hipótesis y marco metodológico

La comprensión del uso del ambiente que realizan los armadillos en Lavalle se optimiza con análisis sobre sus dietas, los horarios de actividad y las fases reproductivas de cada una de las especies estudiadas. Debido a la escasez de análisis de dieta y datos biológicos de las poblaciones silvestres de estas especies en este paisaje, se planteó como objetivo general brindar información sobre el uso del recurso alimentario, los ciclos reproductivos y los patrones de actividad temporales para las tres especies de quirquinchos en el área de estudio del paisaje. Dicho fin se desarrolló sobre los siguientes objetivos específicos:

8.1. Analizar los ítems dietarios presentes en las heces pertenecientes a *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus*.

8.2. Comparar la dieta ingerida por estas especies con la disponibilidad de los tipos de alimento presentes en el ambiente.

8.3. Evaluar la relación entre la disponibilidad de los recursos en el área de estudio y la ganancia de peso por parte de los armadillos.

8.4. Analizar las distribuciones temporales de los estados reproductivos registrados para los individuos capturados.

8.5. Comparar los horarios de avistaje con las estaciones del año.

8.6. Detectar cambios temporales el peso de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* a través de la recaptura de ejemplares marcados.

De acuerdo a la teoría del nicho y de la partición de recursos entre especies (Pianka, 1981; Manly *et al.*, 1993) se espera que la preferencia por distintos ítems alimentarios o distintos horarios de alimentación faciliten la

coexistencia y reduzcan el riesgo de competencia interespecífica entre las especies. Para analizar dichos objetivos, en el presente Capítulo se plantearon las siguientes hipótesis:

H_{8.1}. El uso de los ítems alimentarios hecho por *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* responderá a la abundancia periódica de alimento en el ambiente.

H_{8.2}. El ritmo estacional de actividad de estos eufractinos responderá al ciclo anual de la temperatura y al ciclo reproductivo de la especie.

H_{8.3}. Los ejemplares responderán con una ganancia en su peso corporal a los pulsos de mayor abundancia de su alimento en el ambiente.

8.2 MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos analizados en el presente Capítulo provinieron de ejemplares capturados en las transectas realizadas en los cuatro sectores de muestreo a escala de paisaje (Capítulo 6, Figura 6.1). Los sectores de muestreo fueron recorridos con perros en transectas de avistaje y captura de armadillos. Durante el período de septiembre de 2009 hasta septiembre de 2011 se realizaron nueve campañas de muestreo, de nueve días cada una. En cada campaña se recorrieron las transectas de avistaje correspondientes a cada sector de muestreo durante tres días consecutivos, tal como se detalla en el Capítulo 6, sección 6.2.2. Las transectas se realizaron entre las 10:30 h hasta las 4:00 h, con una concentración del esfuerzo de recorridos entre las 15:00 hasta las 22:30 h.

Para cada individuo capturado se registró: especie y características del ejemplar (peso, medidas corporales, sexo, estado reproductivo, edad relativa) y se recolectaron muestras fecales que fueron almacenadas en formol al 5%. Las muestras de fecas se procesaron siguiendo la metodología empleada por Greigor (1974, 1980a), Anacleto y Marinho-Filo (2001), Anacleto (2007) y Abba *et al.* (2011). Las mismas se deshidrataron a una temperatura de 50 °C hasta peso constante, para luego pesarlas con balanza de sensibilidad $\pm 0,0001$. Posteriormente se lavaron sobre un tamiz de 1 mm de diámetro bajo el agua corriente, a fin de colectar la sección orgánica de la muestra y descartar el

volumen de sedimento, recuperando el agua del primer lavado para volver a tamizarla. Las muestras se volvieron a deshidratar y pesar, de este modo se calculó el porcentaje de peso en sedimento de cada muestra. Los restos se observaron bajo lupa binocular de 10 aumentos, instancia en que se calculó el porcentaje de volumen (%V, Ottino y Giller, 2004).

La disponibilidad de ítems alimentarios se estimó en las parcelas de muestreo (Capítulo 2, sección 2.1.4.). Las épocas de fructificación de la vegetación se detectaron sobre la base de la información obtenida en las transectas de vegetación y en los registros periódicos (Anexo II). Los datos de presencia y abundancia relativa de microfauna se obtuvieron de colectas específicas realizadas durante los muestreos estivales (Anexo II). Para estimar la biomasa de los ejemplares de microfauna colectados se pesaron diez individuos tomados al azar de cada morfotipo; para ejemplares pequeños se realizaron diez pesajes de 100 individuos cada uno.

Los datos de disponibilidad de ítems alimentarios fueron analizados en relación a las condiciones meteorológicas registradas en las estaciones meteorológicas de El Mateo y Reserva de Bosques Telteca (Anexo I).

Se analizaron los restos de alimento observados en las hozaduras muestreadas dentro de las parcelas (Capítulo 7) a fin de complementar información sobre la alimentación de los armadillos.

Se analizó si existen diferencias entre las poblaciones de datos de las tres especies aplicando la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis (H), utilizando las proporciones de ítems alimentarios según las especies y las estaciones estivales, a fin de analizar si existen diferencias en el alimento consumido. Se compararon los ítems presentes en las fecas con la disponibilidad de alimento expresada como proporciones de biomasa obtenidas mediante las trampas de caída, o bien porcentaje de cobertura de la vegetación con frutos, a fin de analizar si existen selecciones estacionales en la dieta de los armadillos a través de la prueba de Chi cuadrado (χ^2) junto a los intervalos de Bailey.

Se compararon los pesos corporales según la especie y estación aplicando el índice H, mientras que la relación entre el peso corporal y las condiciones climáticas se analizó aplicando regresión múltiple. Los horarios de

capturas y avistajes de los ejemplares se compararon con los horarios de recorrido de las transectas aplicando el índice H, la preferencia horaria se analizó mediante χ^2 e intervalos de Bailey.

8.3. RESULTADOS

8.3.1. Dieta de las especies de armadillos

Se colectaron 67 muestras de heces, 49 de ellas correspondieron a *Z. pichiy*, 11 a *C. villosus* y siete a *C. vellerosus*. Estas muestras presentaron material de origen animal y vegetal, además de cierta proporción de arena.

Analizando el total de las muestras según la especie, se contabilizaron restos vegetales como semillas y fibras vegetales, de ellos se identificaron frutos de algarrobo (*Prosopis* sp.) conformado por semillas y vainas, semillas de llauilín (*Lycium* sp.), de chañar (*Geoffrea* sp.) y de herbáceas, además de fibras vegetales de las cuales no se distinguió su pertenencia (Figura 8.1).

Los restos animales pertenecieron a tres grandes grupos: insectos, quelicerados (escorpiones y arañas) y vertebrados. De estos últimos, se contabilizaron pelos de mamífero, fragmentos de huesos, cáscaras de huevos de aves, escamas de reptiles mayormente lagartijas, una de las muestras registró un fragmento de muda compuesto por numerosas escamas imbricadas, posiblemente de una serpiente pequeña.

Un ítem no identificado resultó ser una sustancia de color amarillo intenso, que en estado deshidratado se presentó en forma de granos cristalinos. La misma sustancia en estado húmedo y con lupa binocular se observó de una forma similar a un hongo, de forma tri o pentalobulada con paredes estriadas. Si bien su origen es incierto, por su apariencia se identificaron bajo el nombre informal de hongos, siendo un ítem presente en las tres especies, llegando a componer hasta el 20% de las muestras de *C. villosus*.

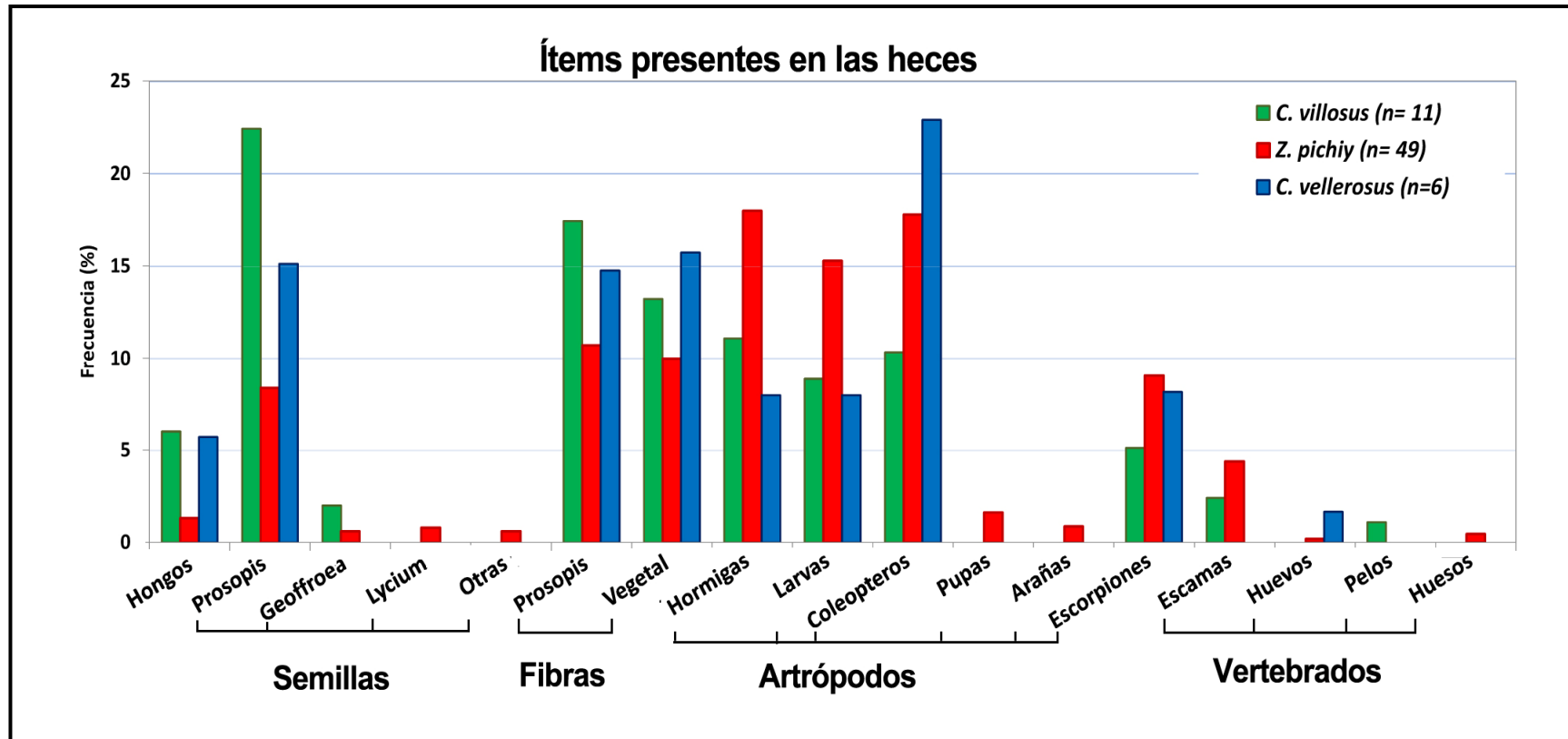


Figura 8.1. Porcentaje de ítems alimentarios presentes en las heces según la especie de armadillo para el período de muestreo.

Restos de material orgánico de origen desconocido (DD) tuvieron porcentajes variables, para *Z. pichiy* constituyó el $14,9\% \pm 20,4$, las muestras de *C. villosus* tuvieron un promedio del $4\% \pm 9,6$, mientras que *C. vellerosus* tuvo el mayor y más variable porcentaje de volumen desconocido, $31,4\% \pm 34,8$.

El volumen de sedimento en las muestras de *Z. pichiy* tuvo un valor promedio de $47\% \pm 17,2$, las de *C. villosus* $30,8\% \pm 15$ y las de *C. vellerosus* $28,7\% \pm 20,4$.

La dieta de *Z. pichiy* difirió de la de *C. villosus* por una mayor proporción de material animal ($H= 10,05$; $p < 0,05$) y de arena ($H= 8,30$; $p < 0,05$). Además, *Z. pichiy* presentó menor proporción de fibras vegetales que las dos especies de *Chaetophractus* ($H= 6,89$; $p < 0,05$) y de semillas de *Prosopis* ($H= 7,62$; $p < 0,05$). La dieta de *C. vellerosus* se distinguió de las otras dos especies por presentar mayor proporción de hongos ($H= 7,91$ $p < 0,05$).

8.3.1.i. Variación temporal de la dieta

El consumo de ítems de diferente naturaleza de acuerdo a las estaciones del año pudo analizarse en las fecas de *Z. pichiy* por poseer un mayor número de muestras (primavera= 19, verano= 12, otoño= 7, invierno= 10). El número de muestras de *C. villosus* fue muy bajo (primavera= 3, otoño= 3, invierno= 5), al igual que para *C. vellerosus* (primavera= 3, verano= 3, otoño= 1) para poder realizar análisis comparativos.

Zaedyus pichiy presentó una mayor proporción de material animal en primavera ($H = 6,59$ $p < 0,05$), que en verano y otoño fue compensada con un mayor consumo de vegetales, incluso la proporción de larvas en otoño fue menor ($H = 6,95$ $p < 0,05$), época en la que las heces presentaron menor proporción de arena ($H = 10,12$ $p < 0,05$). Los ítems ingeridos por *Z. pichiy* durante todas las estaciones de ambos años analizados fueron insectos formícidos, coleópteros adultos y larvas. De los vertebrados ingeridos se distinguieron escamas de reptiles en proporciones considerables, mientras que los huesos fueron sólo trazas.

Restos de cáscaras de huevos, identificados como pertenecientes a la martineta (*Eudromia elegans* Geoffroy Saint-Hilaire, 1832) fueron registrados en las muestras de *Z. pichiy* y *C. vellerosus* de la primavera de 2010 y el verano de 2011.

8.3.1.ii. Disponibilidad y uso del alimento

Los resultados parciales de la disponibilidad de insectos y vegetación se encuentran detallados en el Anexo II. El muestreo por trampas de caída permitió un análisis de la disponibilidad relativa de presas animales potenciales en la superficie del suelo (Figura 8.2).

La cobertura vegetal con fructificación fue más alta durante verano-otoño que en el invierno-primavera ($H = 25,66$ $p < 0,05$). El consumo en diferido de los frutos acumulados de la temporada anterior entre el mantillo se puso en evidencia durante la primavera, cuando estos ítems alimentarios aparecen en las fecas a pesar de no haberse detectado todavía en los árboles (Figura 8.3).

Debido a la originalidad del análisis se incluyeron las tres especies de armadillos en la comparación de las frecuencias observadas y esperadas, aunque debe tenerse en cuenta el bajo número de heces para ambas especies de *Chaetophractus* (ver sección anterior).

Los armadillos hicieron uso de ciertas presas animales en forma selectiva (Figura 8.4, Figura 8.5), tanto durante primavera ($\chi^2 = 3378,7$ para *Z. pichiy*; $4427,7$ para *C. villosus* y $1885,3$ para *C. vellerosus*; $p < 0,001$) como verano ($\chi^2 = 4444,6$ para *Z. pichiy*; y $7098,7$ para *C. vellerosus*; $p < 0,001$).

Debido a ausencias de muestras de *C. villosus* para el verano, para dicho período se compararon las muestras de *Z. pichiy* y *C. vellerosus*. Tanto en la primavera como en el verano, las especies de armadillos prefirieron hormigas y evitaron arañas. Para la primavera, las tres especies prefirieron alimentarse de escorpiones; en cambio en el verano estos quelicerados no fueron un ítem principal. Las larvas fueron consumidas preferentemente por las tres especies, excepto para *C. vellerosus* durante la primavera en que fueron indiferentes. Los coleópteros adultos fueron ítems alimenticios de importancia secundaria en los dos períodos, al igual que las lagartijas.

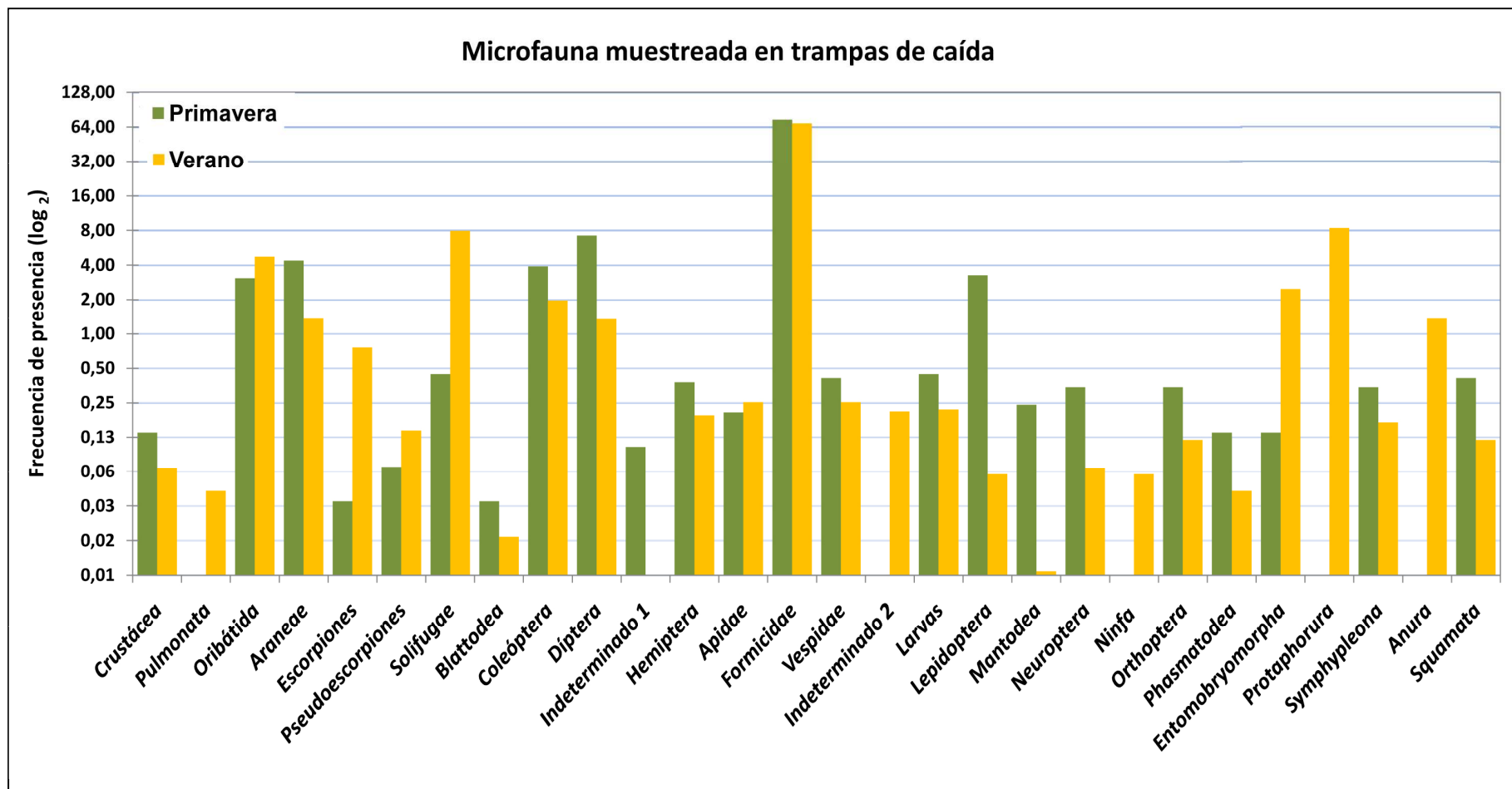


Figura 8.2. Número de ejemplares (expresados en porcentajes) sumados en las trampas de caída colectadas en septiembre de 2010 (primavera) y febrero de 2011 (verano).

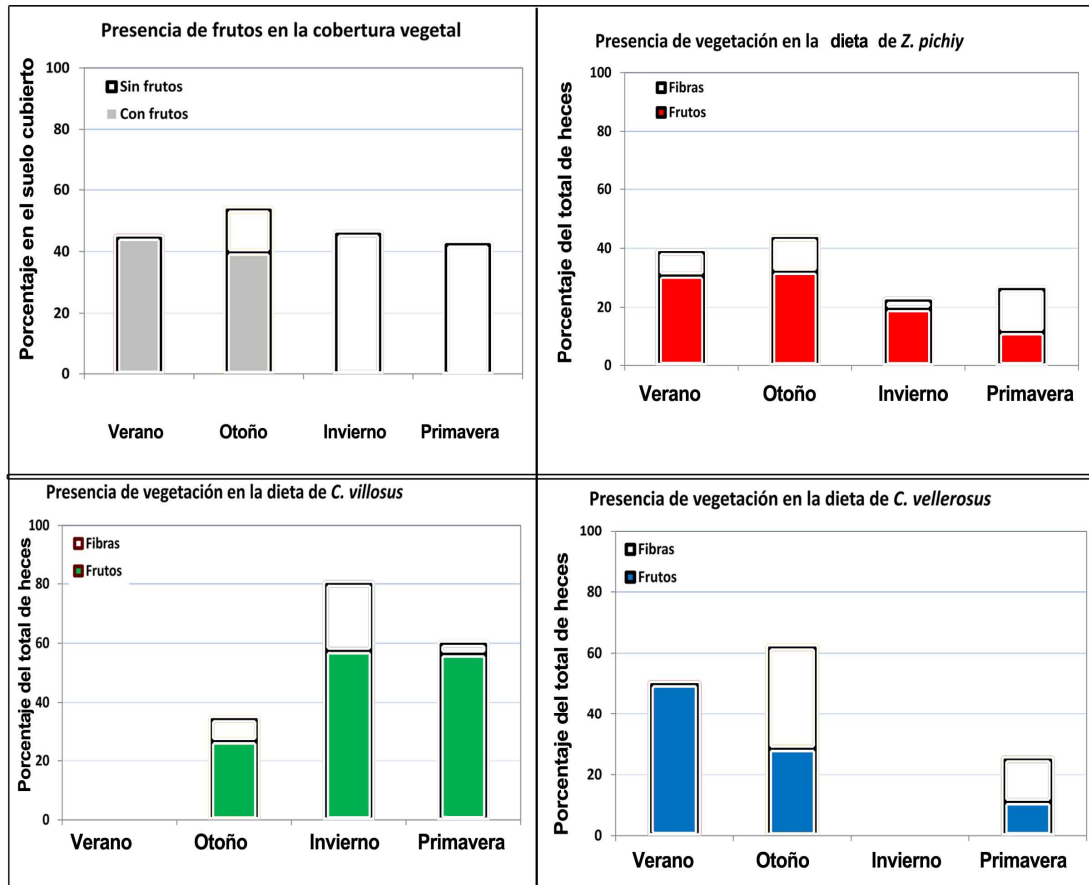


Figura 8.3. Porcentaje de cobertura vegetal con y sin frutos de acuerdo a la estación del año calculado a partir de las transectas de vegetación y su uso de acuerdo a cada especie de armadillo.

8.3.1.iii. Rastros de forrajeo

Entre las 281 hozaduras registradas en total, 183 fueron clasificadas como de *Z. pichiy*, 70 de *C. villosus* y 28 de *C. vellerosus*. Se hallaron restos de alimento en 25% de las hozaduras de *Z. pichiy*, en 43% de *C. villosus* y en 18% de *C. vellerosus*. En hozaduras de las tres especies de armadillos se hallaron hormigueros depredados, restos de coleópteros y frutos de *Lycium* sp. *Zaedyus pichiy* también incluyó coleópteros, frutos de algarrobo, larvas de escarabajos, colémbolos, raíces de *Prosobranchia* y otros tubérculos. Los rastros de forrajeo de *C. villosus* se asociaron principalmente al consumo de hormigas, complementado con termitas, larvas y frutos de algarrobo (Figura 8.6).

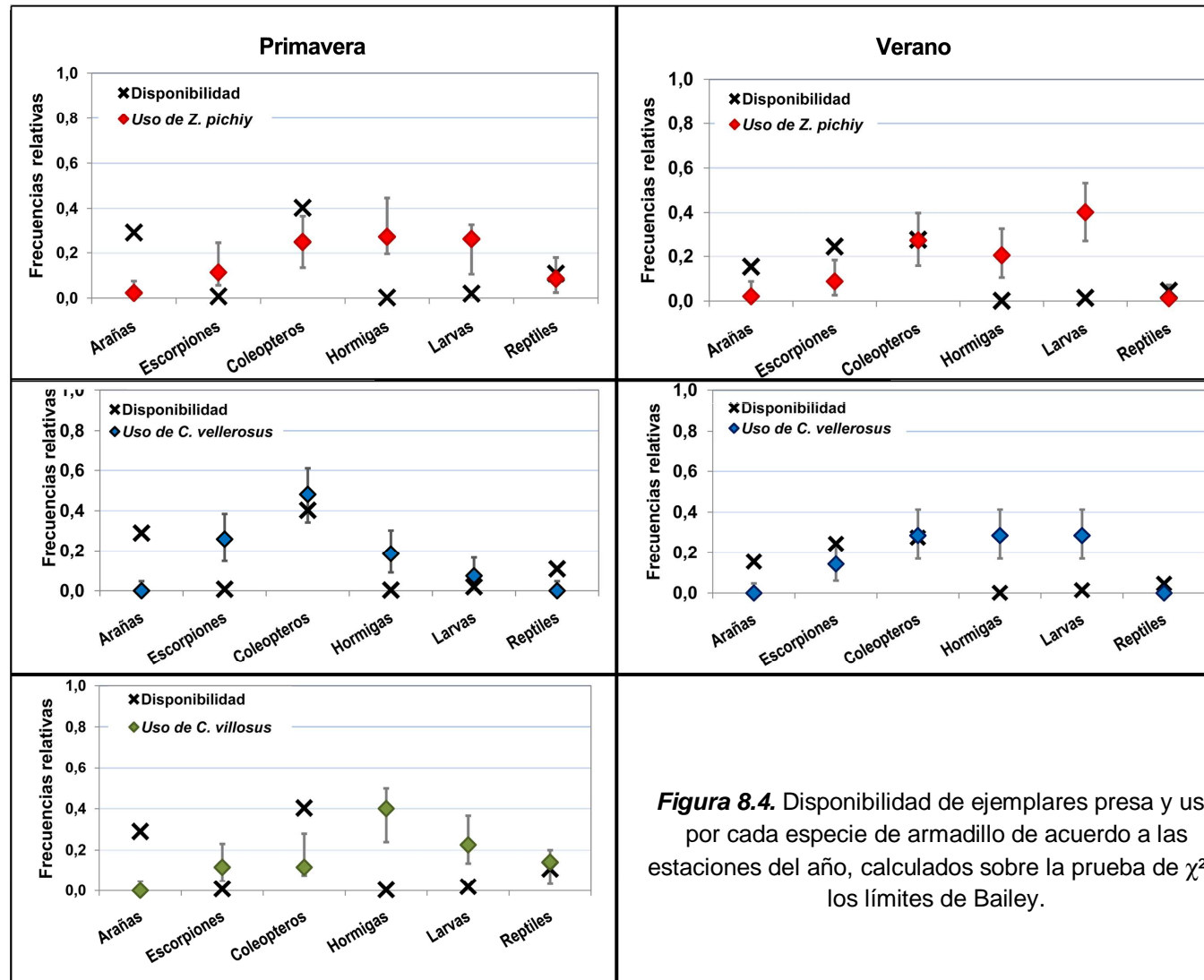


Figura 8.4. Disponibilidad de ejemplares presa y uso por cada especie de armadillo de acuerdo a las estaciones del año, calculados sobre la prueba de χ^2 y los límites de Bailey.

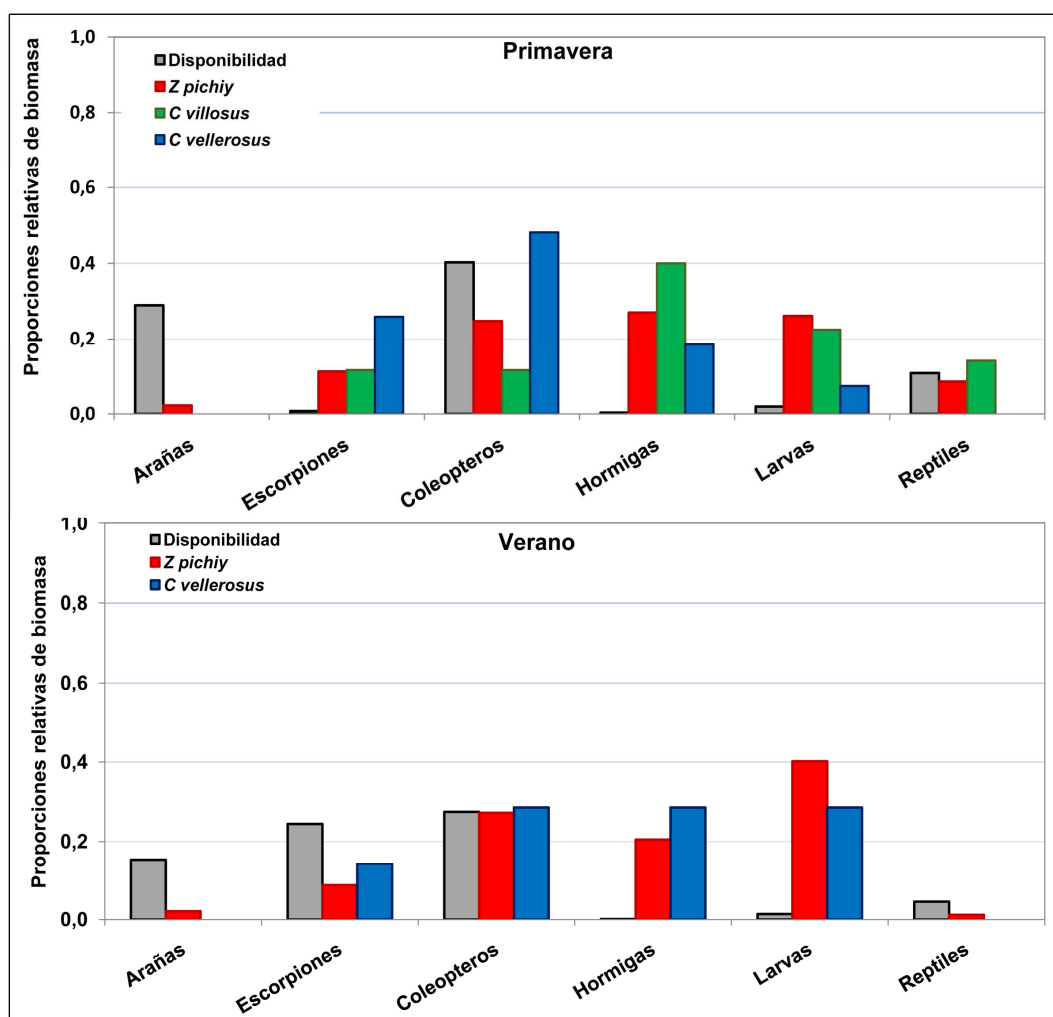


Figura 8.5. Proporciones relativas de la disponibilidad de ejemplares presa y su consumo por cada especie de armadillo de acuerdo a las estaciones estivales.

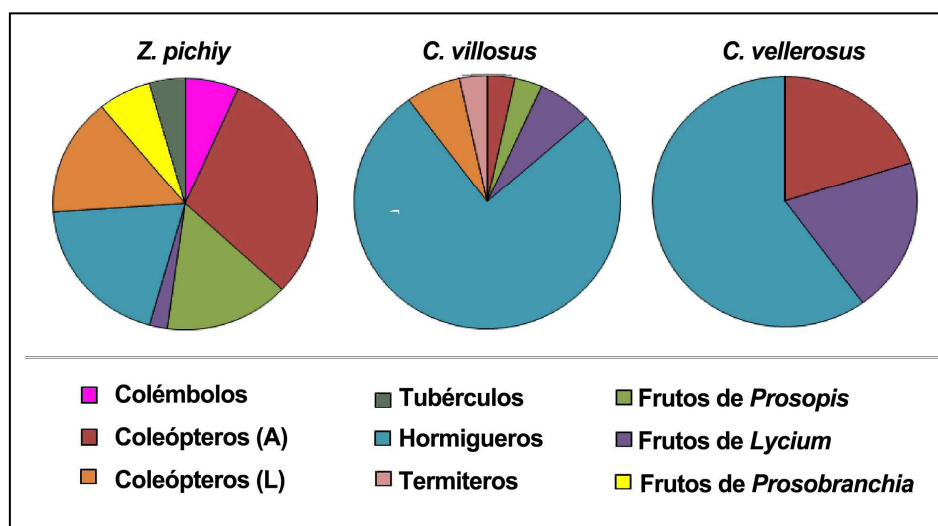


Figura 8.6. Frecuencias observadas de los restos de alimento encontrados en las hozaduras durante todo el período de muestreo.

8.3.2. Peso corporal

8.3.2.i. Peso de los ejemplares capturados

El peso corporal de *C. villosus* fue significativamente mayor que el de *Z. pichiy* y *C. vellerosus* ($H= 32,63$; $p < 0,001$). Los individuos adultos de *Z. pichiy* tuvieron un promedio de 1033 g, con un máximo de 1700 g y un mínimo de 650 g, mientras que las crías de esta especie (ejemplares sobre los que se estimó haber nacidos en el mismo período reproductivo en que fueron capturados) pesaron en promedio unos 510 g (± 69 g) (Figura 8.7).

El peso de los ejemplares de *Z. pichiy* presentó una variación de acuerdo a la estación de año, con valores significativamente más altos en verano ($H= 9,90$; $p < 0,05$). Al considerar sólo a los individuos adultos en el cálculo, esta variación estacional se puso más en evidencia destacando los valores más bajos en primavera ($H= 18,19$; $p < 0,05$).

Los pesos de los ejemplares pertenecientes al género *Chaetophractus* son escasos para estimar variaciones anuales, sus datos se distribuyen según las gráficas presentes en la Figura 8.7. Los ejemplares de *C. villosus* pesaron en promedio 2464 g, con un mínimo de 1900 g y un máximo de 3070 g. Los individuos de *C. vellerosus* tuvieron un peso promedio de 753 g, con un rango entre 440 y 950 g.

Considerando el ciclo anual de condiciones meteorológicas, los veranos se caracterizan por presentar los mayores valores de temperatura y precipitación (Anexo I). El análisis del efecto de las condiciones meteorológicas sobre el peso corporal de los armadillos indicó que *Z. pichiy* presentó una correlación significativa con la precipitación ($r = 0,37$ $p < 0,001$; peso = $1031 + 4,88 * PP$); al considerarse sólo los individuos adultos la temperatura quedó incorporada de manera negativa en la correlación ($r = 0,53$ $p < 0,001$; peso = $1400 + 6,84 * PP - 20,61 * Temp$).

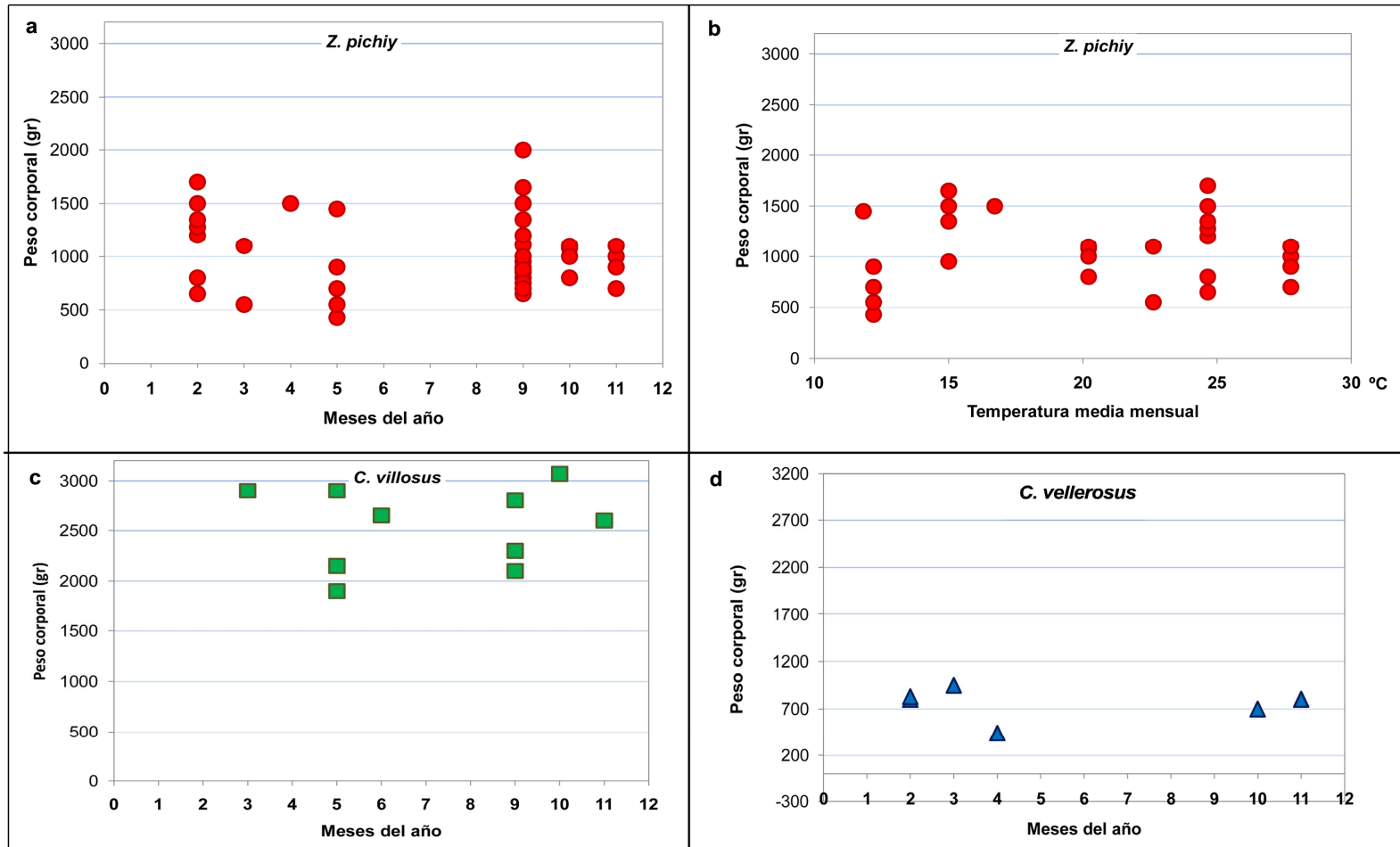


Figura 8.7. Peso de los ejemplares capturados de cada especie según los meses del año [a), c), d)] y la relación entre el peso de *Z. pichiy* y la temperatura media anual [b)].

8.3.2.ii. Peso de ejemplares recapturados

Las pocas recapturas no permitieron un seguimiento individual en el tiempo y consecuentemente no resulta posible estimar una curva de variación en el peso corporal individual a lo largo del año.

Los tres ejemplares recapturados de *Z. pichiy* tuvieron cambios de peso corporal, atribuibles a condiciones ambientales desfavorables durante el invierno. El ejemplar ZP1 se registró durante el verano de 2011 con un peso de 1350 g; luego de nueve meses, en la primavera de ese año fue recapturado a 162 m de su posición inicial con un peso de 1100 g (Figura 8.8). El ejemplar ZP2 se capturó y recapturó con un día de diferencia a 309 m de distancia en la primavera de 2011, pesando alrededor de 850 g. El individuo ZP3 se capturó a inicios de la primavera con 700 g, para recapturarse dos meses después a 140 m de su localización inicial con 1000 g de peso.

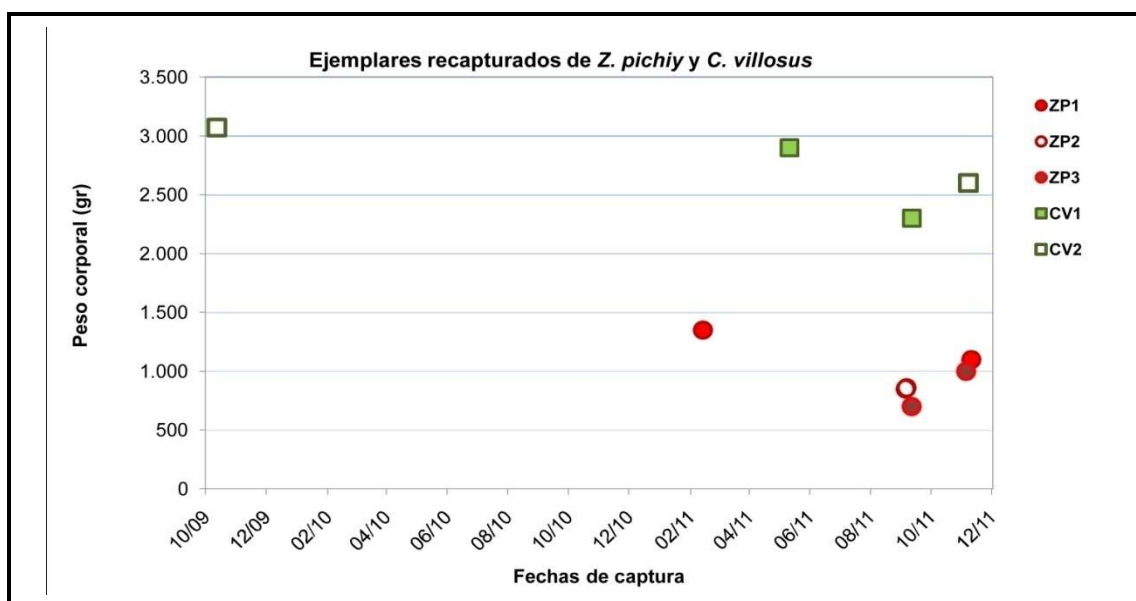


Figura 8.8. Pesos de los tres ejemplares recapturados de *Z. pichiy* (ZP1, ZP2 y ZP3) y *C. villosus* (CV1 y CV2), según la fecha de registro.

El ejemplar recapturado de *C. villosus* denominado CV1 se registró por primera vez en mayo de 2011 con un peso corporal de 2900 g; cuatro meses después se lo recapturó a 379 m de distancia, con 2300 g de peso. El ejemplar CV2 fue encontrado a fines de octubre de 2009 con 3070 g, para recapturarlo

dos años después a 1,5 km de distancia pesando 2600 g. La recaptura de CV2 luego de dos años no permite deducir la causa de la disminución de peso observada.

8.3.3. Horarios de actividad

Las capturas y avistajes sumaron 62 registros de horario de actividad para *Z. pichiy*, 21 para *C. villosus* y 10 para *C. vellerosus*, los que fueron analizados en función de las franjas horarias recorridas en diferentes estaciones del año.

Los horarios de avistajes de *Z. pichiy* oscilaron entre las 13:30h y las 21:18h, en el análisis estacional de los horarios de captura se registró un uso diferente del tiempo por parte del piche patagónico con respecto a las estaciones anuales (Figura 8.9, 8.10, Tabla 8.1). Durante las estaciones invernales evitaron salir a la mañana, realizando sus actividades en horarios de la tarde sobre todo en otoño. En las estaciones estivales prefirieron realizar sus actividades en la noche, saliendo desde la tarde en adelante.

Tabla 8.1. Valores del estadístico de Chi cuadrado y su valor p para los n ejemplares registrados, discriminado por especies pertenecientes al análisis de la distribución estacional de los horarios de actividades.

Parámetros	<i>Z. pichiy</i>	<i>C. villosus</i>	<i>C. vellerosus</i>	Total por estación
Primavera				
n	28	8	5	41
χ^2	69,54	537,53	537,50	
p	0,000	0,000	0,000	
Verano				
n	12	2	4	18
χ^2	86,67	57,50	114,38	
p	0,00	0,00	0,00	
Otoño				
n	6	4	1	11
χ^2	350,00	0,63	100	
p	0,000	0,732	0,000	
Invierno				
n	16	7	0	23
χ^2	43,23	25,19		
p	0,000	0,000		
Total por especie	62	21	10	

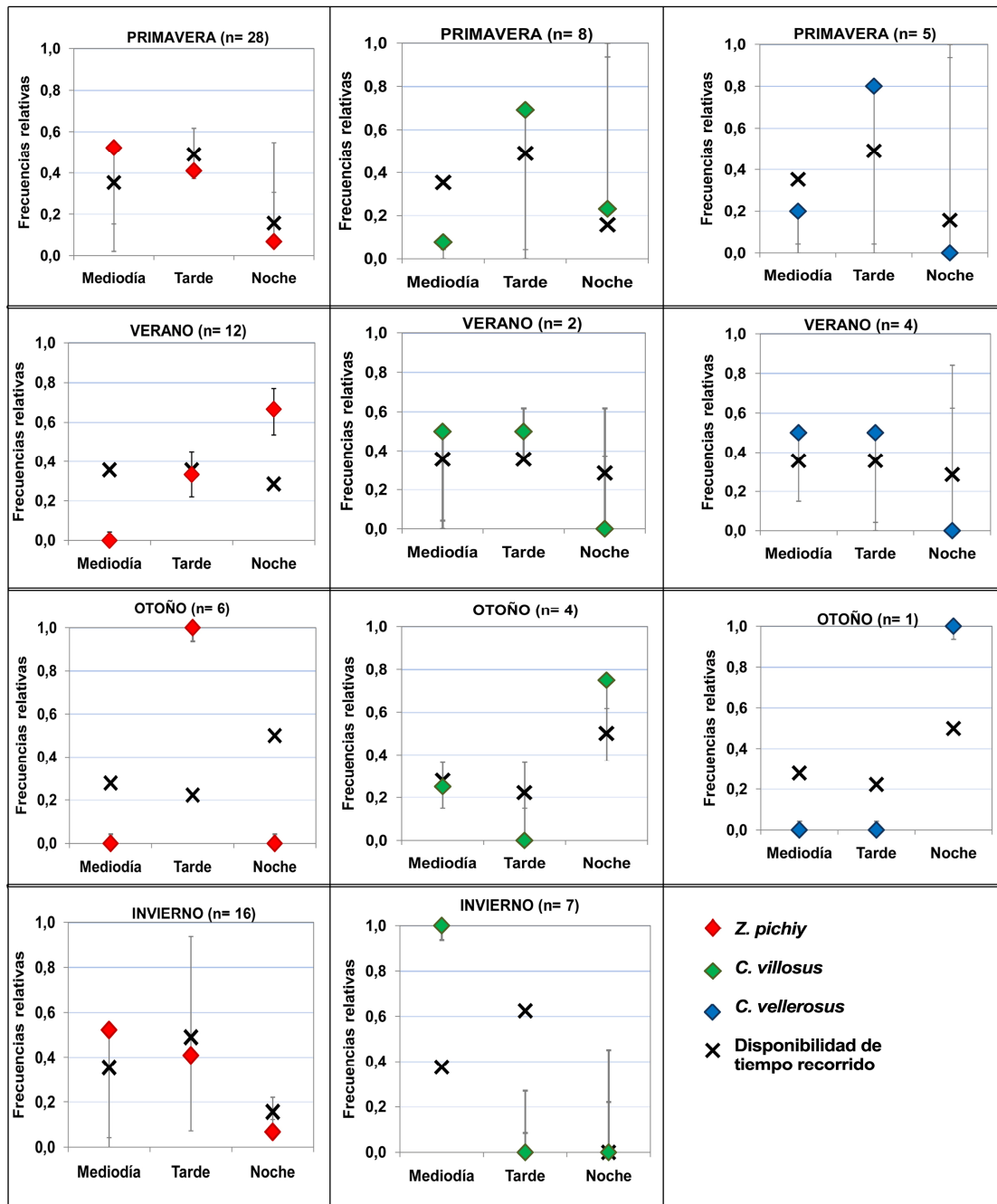


Figura 8.9. Intervalos de Bailey que comparan los horarios de avistajes estacionales según la disponibilidad de horarios, referida esta a los horarios recorridos en las transectas de avistaje.

Las capturas de *C. villosus* ocurrieron entre las 11:30h a las 3:30h y los ejemplares observados también presentaron un uso diferencial del tiempo en las estaciones estivales y el invierno (Tabla 8.1). El peludo se registró preferentemente en la noche incluso en el invierno, en verano extiende su horario también a la tarde (Figura 8.9, 8.10).

Los escasos avistajes y capturas de *C. vellerosus* se realizaron entre las 14:30h y las 21:00h, estos registros se realizaron preferentemente en la franja horaria de la noche (Figura 8.9, 8.10, Tabla 8.1).

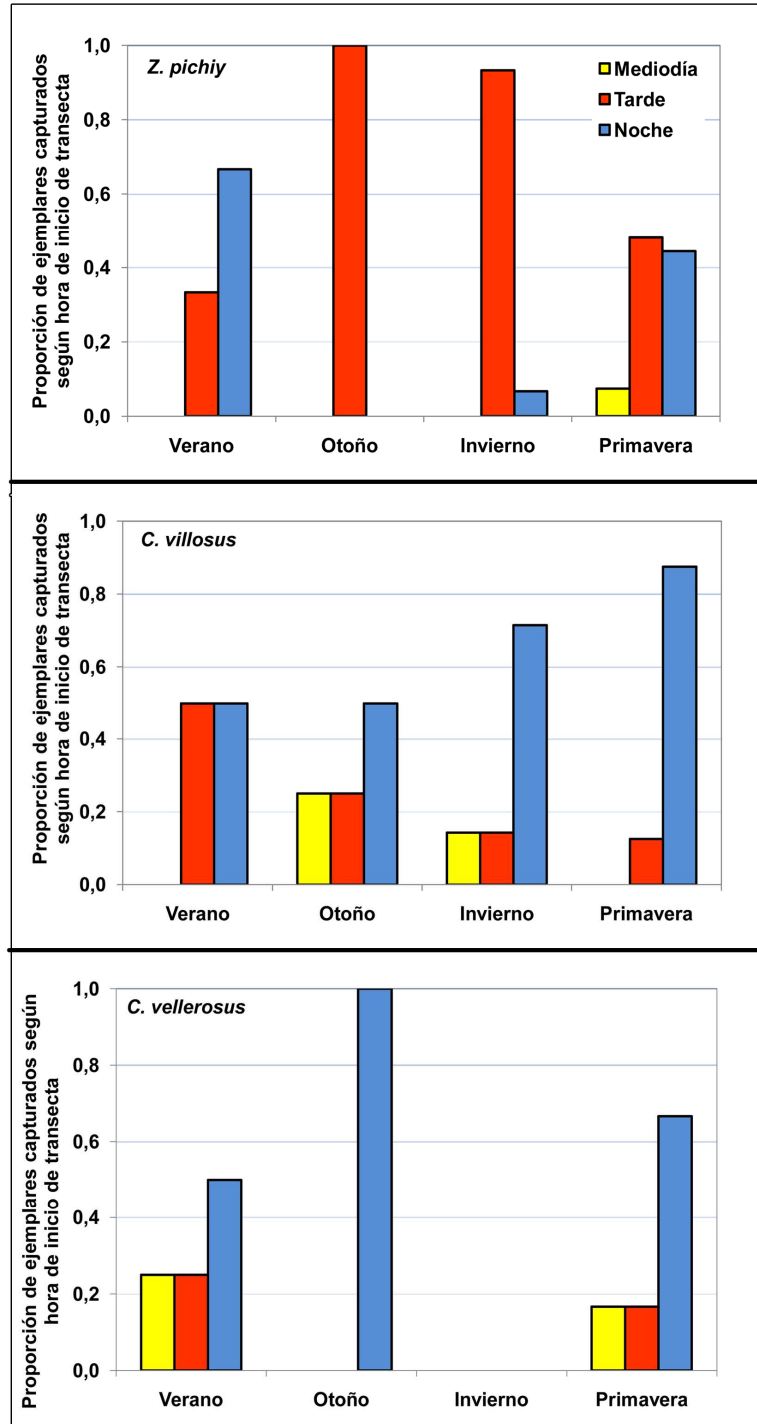


Figura 8.10. Proporción de ejemplares capturados y avistados según el horario de inicio de las transectas de avistaje, discriminadas según las estaciones del año.

8.3.4. Ciclo reproductivo

Durante el período de estudio se capturaron 23 hembras y 29 machos de *Z. pichiy*, a su vez estos ejemplares se reconocieron según su edad relativa en 49 adultos y tres crías, las cuales se capturaron en marzo y mayo de 2011.

Los ejemplares machos adultos de *Z. pichiy* presentaron signos morfológicos asociados a la reproducción desde los inicios de septiembre hasta finales de marzo, época a partir de la cual iniciaron un período de inactividad reproductiva (Tabla 8.2). El período de actividad sexual se registró desde principios de septiembre hasta finales de noviembre.

Las heridas recientes en los machos de *Z. pichiy* al momento de la captura indicaron posibles actividades de lucha. El tiempo invertido en registrar las características individuales en los machos se duplicó de 15 a 30 minutos en promedio, a causa de una mayor resistencia por parte de los ejemplares lo que dificultó el procedimiento. En cambio, este comportamiento no se registró en las hembras del mismo período.

Las hembras preñadas se capturaron desde inicios de octubre hasta finales de febrero, mientras que las dos hembras en período de lactancia se registraron en febrero y marzo (Tabla 8.1).

Tabla 8.2. Número de ejemplares machos y hembras de acuerdo a las fases reproductivas registradas en Lavalle, para los períodos de Septiembre de 2009 a Noviembre de 2011.

Especie	Machos		Hembras			
	Activo	Proestro	Activa	Preñada	Lactancia	Proestro
<i>Z. pichiy</i>	16	10	4	2	2	15
<i>C. villosus</i>	2	2	0	0	0	8
<i>C. vellerosus</i>	1	1	0	1	0	3

En el terreno se registraron signos de actividad que probablemente estén asociados a las actividades de apareamiento. Son áreas puntuales de entre 50 y 70 m de radio, que poseen alta densidad de signos. Se registraron numerosas excavaciones con profundidades variables y multitudinarios rastros

al trote (Capítulo 3) en todas direcciones. En áreas de estas características se capturó una hembra y dos machos durante la primavera del 2011.

Todos los individuos del género *Chaetophractus* se reconocieron como ejemplares adultos, sólo un macho de *C. villosus* se presentó sexualmente activo a fines de noviembre. Un macho activo de *C. vellerosus* se capturó a mediados de octubre, mientras que una hembra preñada se registró a fines de noviembre de 2011.

8.4. DISCUSIÓN

El número de ejemplares capturados de *Z. pichiy* en estado silvestre permitió una serie de análisis robustos sobre sus aspectos biológicos. Sin embargo, los escasos ejemplares de las especies de *Chaetophractus* han sido muy escasos para arribar a conclusiones sobre sus preferencias ambientales.

En muy pocas especies de armadillos se conocen aspectos de dieta y poblacionales, los que, junto a los aspectos del comportamiento, constituyen la información integral que describe las organizaciones sociales de una población (McDonough y Loughry, 2008). Esta falta de conocimiento justifica expresar los resultados aquí obtenidos sobre *C. villosus* y *C. vellerosus*, mientras se tenga en consideración el bajo número de capturas de ejemplares de estas especies. Aun siendo resultados preliminares, los análisis aquí realizados brindarán un punto de inicio para futuros trabajos sobre estas especies en la zona.

8.4.1 Dieta de los armadillos

El consumo de sedimento registrado es común en muchas especies de quirquinchos, el volumen de contenidos estomacales y fecas ha sido registrado en proporciones variables entre el 50% al 79% del volumen (Greigor, 1980a; Superina *et al.*, 2009a; Abba *et al.*, 2011). Esto puede ser consecuencia de la ingestión accidental al alimentarse de insectos del suelo, o bien que el sedimento tenga funciones en la digestión mecánica o provea al animal de

ciertos minerales (Buschnell, 1952; Beyer *et al.*, 1994; Pacheco y Naranjo, 1978 citados en McDonough y Loughry, 2008).

Los análisis realizados en la presente investigación expusieron una dieta omnívora generalista en las tres especies de quirquinchos, en acuerdo con lo definido por Redford (1985). En líneas generales, *Z. pichiy* fue la especie de quirquincho más animalívoro, alimentándose principalmente de insectos. El consumo de vegetales y mayoritariamente frutos de *Prosopis* fue más abundante en las especies del género *Chaetophractus*, incluso *C. villosus* tuvo una alimentación más herbívora.

Los frutos del algarrobo constituyeron el ítem vegetal más importante en la dieta de las tres especies los armadillos durante todo el año. Estos resultados concuerdan con los presentados por Greigor (1980a, 1985) para *C. vellerosus*, extendiéndose a *Z. pichiy* y *C. villosus*.

Los frutos del algarrobo son un recurso esencial en la zona, ya que estas vainas son ricas en azúcares (Peralta y Martínez Carretero, 1995), funcionando como fuente de alimento del ecosistema de Lavallo. Se registró el consumo de frutos por parte de animales silvestres, del ganado y los seres humanos. Se registró la utilización de los frutos por los lugareños, que los colectan para usarlos como forraje del ganado o para la elaboración de productos derivados, como harinas y bebidas.

Para *Z. pichiy* y *C. villosus*, el fruto del algarrobo es una fuente de alimento importante en las épocas de baja temperatura. La época de fructificación se registra en el período estival y sus vainas se encontraron semienterradas en el suelo durante gran parte del año, por lo que su disponibilidad como alimento para los armadillos se extendería más allá del período de fructificación. *Chaetophractus villosus* consumió principalmente las fibras de las vainas en invierno e incluyó semillas en primavera y otoño.

Los frutos del algarrobo no se registraron en los contenidos estomacales de *Z. pichiy* analizados por Superina *et al.* (2009), lo que puede deberse a la menor frecuencia de *Prosopis* sp. en la región de donde provinieron los ejemplares analizados por los autores. Comparaciones futuras que incluyan la biomasa de este importante fruto, sus variaciones relacionadas a las

condiciones climáticas y su aporte energético a sus consumidores, permitirán profundizar las comparaciones entre ambas poblaciones de piche patagónico.

En referencia al grupo de los insectos consumidos por los quirquinchos, durante todo el año predominaron los coleópteros, tanto adultos como larvas, seguidos por las hormigas. Las observaciones realizadas sobre las hozaduras pusieron en evidencia que el mayor número de excavaciones para conseguir alimento por parte de las tres especies estuvo relacionado con la predación de hormigueros, en los cuales además de adultos se encontraron dispersos huevos y estadios inmaduros de hormigas. Gracias al registro de restos de alimento en las hozaduras se observó el uso de colémbolos localizados en asociación al mantillo y la vegetación como posible fuente de alimento. La diversidad de técnicas de análisis sobre la alimentación de los armadillos permitió extraer una mayor variedad en la información, y por lo tanto, una mayor aproximación a la realidad sobre la situación observada durante el período de estudio.

Durante los años 2010 y 2011 *Z. pichiy* presentó un uso diferencial del alimento de acuerdo a la estación del año. Durante la primavera la alimentación del piche tuvo un predominio de insectos entre los ítems alimentarios, mientras que en verano y otoño predominaron los vegetales, principalmente frutos de algarrobo. Dicha variación estacional podría ser la expresión de una variación en los requerimientos energéticos del piche patagónico, regulados por su ciclo biológico estacional. Otro factor que deberá asociarse a la relación entre variación en el tipo de alimento consumido y la tasa metabólica son las características bioquímicas de cada fuente de alimento.

En el presente análisis se sienta precedente de la utilización de huevos de *Eudromia elegans* como alimento por parte de *Z. pichiy* y *C. vellerosus*. La martineta construye sus nidos en tierra (Narosky y Yzurieta, 1987), que permitiría la predación de los nidos por parte de los armadillos. La técnica de análisis de las heces e inclusive de contenidos estomacales podría subestimar el consumo de huevos de aves, ya que su detección está restringida a los fragmentos de cáscaras. El consumo de cáscaras puede ser accidental, al alimentarse del vitelo y la albúmina, o bien podría consumir el huevo completo de modo indiscriminado. Si es así, incluso la cáscara podría aportar una fuente

de calcio. Se ha registrado el consumo de huevos de aves y tortugas en *D. novemcinctus*, incluso con implicancias en la conservación de las especies predadas (McDonough y Loughry, 2008 y citas referidas).

La dieta de *C. villosus* durante la primavera también fue preferente en hormigas, escorpiones y larvas, de modo similar al piche patagónico. Sin embargo, los resultados fueron escasos para concluir sobre el grado de solapamiento en el consumo de la biomasa de presas entre ambas especies.

El presente trabajo apoya la hipótesis que la dieta amplia y omnívora de los eufractinos puede ser ventajosa en ambientes estresantes, en donde los insectos pueden ser escasos en determinadas épocas del año. La estacionalidad de la entomofauna ocurre en ambientes áridos y/o fríos, características climáticas que dominaban en América del Sur al momento de la diversificación de la familia Dasypodidae (Delsuc *et al.*, 2004). La capacidad de variar las proporciones de la dieta estacionalmente, como está demostrado que ocurre con *C. vellerosus* (Greegor, 1980a; 1985; Abba *et al.*, 2011) y se demuestra en el presente estudio para *Z. pichiy*, brindaría la flexibilidad necesaria en la supervivencia de el ambiente limitante de Lavalle.

En el área Noreste de Mendoza, la abundancia y diversidad de insectos está estrechamente relacionada con los pulsos de lluvia y las temperaturas. Estos pulsos de diversidad de artrópodos ocurridos durante el período cálido y húmedo tendrían un efecto en la dieta de los armadillos, de acuerdo a los resultados de capturas de microfauna y las proporciones en las heces. La relación entre la aridez del ambiente y la alimentación de *Z. pichiy* podría ponerse a prueba a futuro, mediante análisis combinados de la disponibilidad de alimentos según los pulsos de lluvias del ciclo cálido y el registro de presas en la dieta de esta especie.

8.4.2 Uso del período diario

Zaedyus pichiy tuvo un uso diferencial del tiempo, los individuos fueron más frecuentes durante la tarde en las estaciones frías y más nocturnos durante el verano. Este patrón es similar a lo observado para otras especies de

armadillos como *C. vellerosus* (Greegor, 1974; 1985; Abba *et al.*, 2011), lo cual se asociaría a la fuerte influencia que posee la temperatura ambiente en la temperatura corporal de *C. vellerosus* (McNab, 1985). Teniendo en cuenta que el piche patagónico posee la tasa metabólica basal más baja de los armadillos con respecto a un mamífero de su tamaño (McNab, 1980; 1985), puede plantearse como nueva hipótesis un uso diferencial del tiempo según la estación del año asociado a una regulación de la temperatura corporal.

Chaetophractus villosus tuvo un amplio rango horario durante todo el año, registrándose mayormente a la noche, en concordancia con lo expresado por Abba y Cassini (2008). Algo similar se observó en *C. vellerosus*, cuyas observaciones ocurrieron generalmente después de las 19:00h.

8.4.3. Variación estacional del peso de los armadillos

A fines del invierno e inicios de la primavera, es decir luego del período de hibernación, los ejemplares de *Z. pichiy* presentaron una masa corporal considerablemente reducida y una dieta insectívora. De acuerdo con incremento en el peso de los ejemplares capturados, esta alimentación les permitió ganar masa corporal durante la primavera y el verano. En el transcurso del verano, su dieta incluyó abundantes frutos de algarrobo, ganancia de energía en forma de grasa que continuó a lo largo del otoño.

Chaetophractus villosus parece responder de modo diferente. Su peso máximo también fue registrado en verano, durante el otoño se presentó una marcada variación en el peso y durante el invierno ganaría masa corporal. Una posible explicación sería el mayor aprovechamiento del alimento durante el invierno por parte de *C. villosus*. La disminución de la actividad de *Z. pichiy* en invierno puede suponer una ausencia de competencia para *C. villosus* en la explotación del recurso alimentario. Por lo tanto, la periodicidad regulada por la hibernación de *Z. pichiy* beneficiaría de modo indirecto a las poblaciones de *C. villosus*. Por otro lado, la amplitud horaria de *C. villosus* le permitiría a esta especie disponer de un lapso de actividad sin la potencial competencia de *Z. pichiy*.

8.4.4. Ciclo reproductivo de *Z. pichiy*

Las estimaciones sobre el ciclo reproductivo de *Z. pichiy*, ponen en evidencia que la actividad sexual se extiende desde fines del invierno hasta inicios del verano, resultados que concuerdan con lo documentado (Superina y Jahn, 2009; Superina *et al.*, 2009b). El período de actividad sexual se inició en los primeros días de septiembre, abarcando hasta, al menos los últimos días de noviembre, momento en que se interrumpían las campañas de muestreo.

Durante el período muestreado se detectaron cambios morfológicos externos, acompañados por un aumento en la agresividad en los machos. Las capturas de mas de un macho con una hembra durante el inicio del período reproductivo, junto a la alta densidad de signos de actividad en áreas focales sugiere que los individuos de piche patagónico se agregan durante el período de cópula. A esta agregación se vincularía un comportamiento agonístico desarrollado entre los machos en estado silvestre y/o a comportamientos dirigidos hacia la hembra. Los pobladores locales reconocen el inicio del período de actividad sexual en el terreno con la aparición de las mencionadas áreas focales de alta densidad de signos. Sus testimonios concordaron que dichas áreas son sectores donde se agregan una hembra y más de un macho en actividades epigeas asociadas a la reproducción –incluyendo comportamientos agresivos entre machos– para luego protegerse en cuevas, donde se produciría la cópula. Si bien los pobladores locales extendieron estas observaciones a las actividades reproductivas de *C. villosus* y *C. vellerosus*, en el presente estudio se corroboró en una única ocasión, numerosas áreas focales de signos de actividad correspondientes a *C. villosus*.

CAPÍTULO 9. DISCUSIÓN GENERAL Y CONCLUSIONES

En este Capítulo se sintetizan los resultados más relevantes del presente estudio sobre el uso del hábitat y los patrones espaciales de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* en la provincia de Mendoza. El propósito es resaltar las principales condiciones de su ambiente natural, las relaciones ecológicas estimadas en las distintas perspectivas de la investigación, las amenazas detectadas sobre los armadillos y pautas propuestas para la preservación de sus poblaciones silvestres. Finalmente, se puntualizan los aspectos ecológicos concluyentes de la presente Tesis.

9.1. RESUMEN DE LAS RELACIONES DE PRESENCIA DE LAS ESPECIES CON LAS VARIABLES AMBIENTALES

9.1.1. *ZAEDYUS PICHY*

9.1.1.i. Factores climáticos asociados a su distribución

El principal factor ambiental de la distribución de *Z. pichiy* a escala regional fue climático, la delimitación de su distribución responde principalmente a la aridez observada a escala regional (Capítulo 5). Este resultado respondió a lo esperado en relación a su rango geográfico global, ya que se trata de un quirquincho nativo de las ecorregiones áridas y semiáridas como la estepa Patagónica, Monte de Llanuras y Mesetas y Espinal, además de una porción semiárida de la llanura Pampeana (Abba *et al.*, 2012).

El piche patagónico se encuentra desde los 53° hasta 29° de latitud Sur aproximadamente (Superina y Abba, 2010). El área dentro de ese rango latitudinal se caracteriza un índice de aridez y gradiente en temperatura ambiental (Rubí y Cravero, 2010) desde hiperárido a subhúmedo, con rangos de temperaturas medias del aire entre 0 °C hasta 21 °C.

El segundo factor en importancia son las precipitaciones del mes más húmedo, el cual se encuentra estrechamente asociado a las precipitaciones anuales promedio (Capítulo 5). Este factor climático podría representar el grado de humedad ambiental máximo que puede tolerar este armadillo de zonas áridas, indicando ausencia de esta especie en zonas con precipitaciones mayores a 50 mm en su mes más húmedo.

9.1.1.ii. Factores edáficos y geomorfológicos asociados a su distribución

A escala regional, el piche patagónico se localizó en zonas llanas entre los 400 hasta los 2100 msnm. Esto concuerda con lo registrado por Superina (2008), quien afirma la presencia de esta especie hasta los 2500 msnm.

En el presente estudio el suelo no constituyó un factor determinante para la distribución de *Z. pichiy*. Categóricamente esta especie ocupó suelos que pueden tener origen volcánico o bien erosivo, estos últimos de tipo aridisoles y entisoles. La característica común de estos suelos es de estar compuestos por sedimentos sueltos sin horizontes, de naturaleza mineral casi exclusiva. Los sedimentos de origen erosivo donde se registró *Z. pichiy* pueden ser neutros, salinos o con sales calcáreas. El piche patagónico ocupó además las planicies de inundación activas temporalmente, que presentan también suelos blandos (Capítulo 5).

La distribución de *Z. pichiy* en Lavalle se asoció a la presencia de médanos de suelo arenoso, siendo esta característica del paisaje una de las más importantes para el piche patagónico. Por el contrario, evitó las zonas llanas con suelos arcillosos y limo-arenosos. Los médanos resultaron el microhábitat idóneo para la presencia de *Z. pichiy*, ya que fueron utilizadas para refugiarse y concentrar sus actividades de forrajeo. Este uso selectivo de las geoformas con suelos blandos está en concordancia con las características físicas de los suelos ocupados a escala regional, lo que afirma a los suelos duros como un factor ambiental limitante para la presencia de *Z. pichiy* en el paisaje. La preferencia por secciones de los médanos con mayor exposición solar, podría tener implicancias termorregulatorias en la selección del hábitat para la construcción de sus cuevas (Capítulo 6, Capítulo 7).

9.1.1.iii. Factores biológicos relacionados con su presencia

En Mendoza, el piche patagónico se encontró en las ecorregiones de Estepa Patagónica, Monte de Llanuras y Mesetas y Estepa Andina, ambientes con vegetación de fisonomía esteparia y arbustiva de predominancia abierta (Capítulo 5).

Particularmente en el paisaje de Lavalle, la distribución del piche patagónico se asoció a la fisonomía de la vegetación, seleccionando los matorrales abiertos de retama, atamisque y algarrobo. Esta especie evitó los matorrales bajos y abiertos dominados por zampa, llaullín y vinagrillo, así como también los matorrales cerrados de alpataco y chilca localizados a los alrededores del río San Juan y el sistema de lagunas de Guanacache (Capítulo 6). Las áreas con baja cobertura vegetal alojaron menos cuevas de piche, si bien este factor no actuó como factor limitante de su distribución.

Los rastros de forrajeo de esta especie se distribuyeron a lo largo de los médanos y ocasionalmente en los bajos poniendo en evidencia una utilización del hábitat más amplia en sus búsquedas de alimento que en la localización de sus cuevas. *Zaedyus pichi* se alimentó principalmente de artrópodos como hormigas, escorpiones y coleópteros en estados inmaduros y adultos; esta alimentación también incluyó vegetales, principalmente frutos de algarrobo.

El piche patagónico realizó un uso diferencial del alimento, en función a la estación del año. Durante el período que abarca finales de invierno y la primavera presentaron una dieta insectívora que selecciona hormigas, larvas de escarabajo y escorpiones; esta temporada coincide con el fin de su período de hibernación seguido de su actividad reproductiva. En épocas de verano y otoño, previo a la hibernación, los piches patagónicos aumentaron de peso y acumulan reservas de energía, incluyendo mayor proporción de frutos de algarrobo ricos en azúcares; en verano seleccionaron hormigas y larvas de coleópteros. Estudios posteriores enfocados específicamente a los balances energéticos de los ítems alimentarios y la biomasa que representan en el ambiente permitirán poner a prueba la hipótesis si esta especie acumula reservas de energía antes de la hibernación y selecciona alimentos ricos en proteínas en la etapa posterior a la misma (Capítulo 8).

El piche patagónico utilizó el tiempo de modo diferencial de acuerdo a las estaciones del año. Sus actividades fueron diurnas durante las épocas invernales, mientras que durante el verano su patrón de actividad se concentró en las últimas horas de la tarde y las primeras de la noche. Este patrón de uso apoya la relación entre la temperatura del ambiente y la baja capacidad termorreguladora (McNab, 1985), de modo similar a lo registrado en poblaciones de *C. vellerosus* (Greegor, 1985; Abba *et al.*, 2011).

9.1.2. *CHAETOPHRACTUS VILLOSUS*

9.1.2.i. Factores climáticos asociados a su distribución

La distribución del peludo en la escala regional se asoció con las precipitaciones, tanto en sus tendencias anuales como en sus pulsos relacionados a temperaturas extremas. Los mencionados factores climáticos son limitantes en el ambiente de Lavalle por ser un paisaje típicamente árido, en el que los meses de máximas temperaturas son también los meses más húmedos (Capítulo 5).

A escala de análisis regional *Chaetophractus villosus* no se asoció con un patrón climático específico, sino a la naturaleza de los suelos. Dicha situación está de acuerdo con el amplio rango geográfico del peludo, que abarca desde 55° hasta 17° latitud S aproximadamente (Abba y Superina, 2011). Según las clasificaciones expuestas por Rubí y Cravero (2010), el área que abarca dicha región posee un amplio rango de aridez y un extenso gradiente latitudinal de temperatura ambiental. La distribución geográfica del peludo incluye ambientes desde hiperáridos hasta húmedos, con temperaturas anuales promedio desde los 0 °C hasta los 30 °C. La distribución estimada del peludo en Argentina tampoco se encontró asociada a factores climáticos, sino a la elevación del terreno (Abba *et al.*, 2012), lo que concuerda con los resultados de esta Tesis.

9.1.2.ii. Factores edáficos y geomorfológicos asociados a su distribución

La distribución de *C. villosus* en Mendoza fue explicada principalmente por la naturaleza de los sedimentos. El peludo estuvo asociado a suelos entisoles, son suelos con ausencia de horizontes en su perfil que no poseen materia orgánica, o bien se registra en escasas proporciones. El ambiente óptimo para la presencia del peludo estuvo asociado a los entisoles fluventes, es decir sedimentos de origen fluvial depositados en planicies de inundación, derrames, deltas de ríos y de arroyos. En el caso que pierdan el acceso a la red hidrográfica activa, estos sedimentos toman naturaleza alcalina, calcárea o pueden ser salinos por encontrarse dentro de un clima árido; normalmente están acompañados de vegetación natural de carácter xerófilo o halófilo. Otro tipo de suelos a los que se asoció la presencia de *C. villosus* a escala regional son suelos de origen eólico, sueltos y neutros o salinos calcáreos, incluyendo como depósitos de arenas estabilizados o móviles que conforman médanos (Capítulo 5). En el desierto de Lavallo, el peludo se asoció a los suelos de predominancia arenosa, evitando los suelos arcillosos y areno-arcillosos (Capítulo 6).

En Lavallo se confirmó que *C. villosus* prefirió los terrenos bajos de cauces antiguos así como intermédanos, evitando las secciones superiores de los médanos. Esto podría atribuirse a la preferencia de *C. villosus* por suelos de dureza moderada, con una evitación de los suelos muy blandos. La dureza del suelo constituiría para esta especie uno de los factores limitantes de su distribución, lo que podría estar relacionado con la construcción de cuevas de tamaño considerable incluso de diseño complejo con varias entradas, lo que requeriría una mínima cohesión del suelo (Capítulo 6, Capítulo 7).

9.1.2.iii. Factores biológicos relacionados con su presencia

La distribución del peludo en Mendoza está asociada a la ecorregiones de la Estepa Patagónica y el Monte de Llanuras y Mesetas. Dentro de estas unidades ambientales, su distribución se presentó de modo fragmentado. Esto permitió detectar las zonas de la provincia que deben analizarse en el terreno y

definir lo que dicha fragmentación representa en las poblaciones de esta especie (Capítulo 5).

Dentro del ambiente árido de Lavalle, la distribución espacial del peludo se asoció a la cobertura de la vegetación y la naturaleza del suelo, ya que seleccionó parches con una cobertura vegetal moderada y suelos de tipo arenoso. Esta especie evitó las secciones con suelos de predominancia arcillosa y areno-arcillosa de menor cobertura. Aunque la fisonomía de la vegetación no fue facilitadora ni limitante de la distribución en el paisaje, esta especie prefirió los matorrales abiertos de retama, atamisque y algarrobos y evitó los matorrales de zampa, llauillín y vinagrillo; de modo similar evitó las geoformas de planicies con montículos (Capítulo 6).

Los signos de actividad de *C. villosus* se localizaron en terrenos bajos tales como los cauces antiguos y los intermédanos, donde usualmente dominaron los bosques de algarrobos freatófitos y bosques de chañares; también se pudieron encontrar en el pie o base de los médanos (Capítulo 7).

La dieta de *C. villosus* estuvo compuesta principalmente de material vegetal, en especial frutos de algarrobo incluso en invierno y primavera. Durante el verano, los artrópodos consumidos fueron en mayor medida hormigas, escorpiones y larvas de coleópteros (Capítulo 8). Es posible que exista una variación de la biomasa y disponibilidad del fruto de algarrobo a lo largo del año, debido a una fructificación que ocurre durante un período acotado de tiempo, sumado a su función en el ecosistema como fuente alimenticia de varios integrantes, incluyendo el hombre. Esta situación podría expresarse como un período de mínima disponibilidad durante el invierno, estación en cual los frutos de algarrobo constituyen un ítem primordial en la alimentación del peludo.

Chaetophractus villosus realizó sus actividades durante todo el día, pero tuvo tendencia a realizar un uso diferencial del tiempo concentrado en el intervalo de la tarde y la noche incluso en épocas de menor temperatura.

9.1.3. *CHAETOPHRACTUS VELLEROSUS*

9.1.3.i. Factores climáticos asociados a su distribución

El factor climático que delimita la distribución de *C. vellerosus* en Mendoza son las lluvias durante los meses más fríos del año (Capítulo 5). Su distribución geográfica en el país también responde a las precipitaciones, particularmente a la estacionalidad y secundariamente a las lluvias de los meses más cálidos (Abba *et al.*, 2012). *Chaetophractus vellerosus* presenta un rango geográfico que abarca desde los 40° hasta los 16° de latitud Sur (Abba y Superina, 2011). De acuerdo al índice de aridez y gradiente en temperatura ambiental presentes en dicho rango geográfico (Rubí y Cravero, 2010), esta especie ocupa regiones desde hiperáridas a húmedas, cuyas temperaturas medias anuales oscilan entre los 12 °C hasta 28 °C a lo largo de su distribución.

En Mendoza, esta especie no se relacionó con las isohietas anuales que demarcan las tendencias climáticas áridas o semiáridas, sino con la heterogénea distribución de las precipitaciones a lo largo del año. La presencia del piche llorón en la provincia quedó acotada a los ambientes de Monte, cuyas precipitaciones de invierno son mínimas.

9.1.3.ii. Factores edáficos y geomorfológicos asociados a su distribución

Los hábitats de *C. vellerosus* estuvieron compuestos por una variedad de suelos de tipo aridisoles y entisoles, todos de origen erosivo. Son suelos sueltos sin horizontes, de naturaleza mineral casi exclusiva. Los mismos pueden tener origen fluvial debido a depósitos de sedimentos en planicies de inundación y deltas, o bien un origen eólico, conformando médanos fijos y semifijos. Estos suelos pueden ser neutros, salinos o incluso con sales calcáreas formando verdaderos suelos cálcicos (Capítulo 5).

En el desierto de Lavalle, la presencia de *C. vellerosus* se constató en médanos bajos con sedimentos de tipo areno-limosos. Estos resultados concuerdan con los resultados obtenidos en trabajos anteriormente realizados sobre esta especie (Greegor, 1974; 1980; 1985; Abba *et al.*, 2007; 2011).

9.1.3.iii. Factores biológicos relacionados con su presencia

Las ecorregión de pertenencia ha sido el segundo factor más importante para explicar la distribución del piche llorón. La presencia de esta especie en Mendoza está restringida al Monte de Llanuras y Mesetas, en estrecho contacto con el Chaco Seco hacia el Noreste. Existen registros en el Sureste de la provincia, que diferencian una zona disyunta del área principal de distribución (Capítulo 5). Este patrón espacial puede estar representado una real fragmentación de la población original como ocurre en otras partes del país (Abba y Vizcaíno, 2008, Abba *et al.*, 2011) aunque en este caso es ocurre probablemente como consecuencia de un sesgo en el muestreo de sus avistajes en la provincia (Capítulo 5).

En la dieta de *C. vellerosus* se observó una alta proporción de material de origen incierto, además del material que fue tentativamente clasificado como hongos. Las proporciones entre animales y vegetales consumidos fueron aproximadamente equitativas, con alto porcentaje de insectos y frutos de algarrobo presente en la dieta a lo largo del año. Durante la primavera esta especie se alimentó de escorpiones y hormigas, mientras que en verano su dieta consistió mayormente en hormigas y larvas de coleópteros (Capítulo 6). Estos datos se corresponden con lo observado por Greigor (1974, 1980, 1985) en Andalgalá (Catamarca) y en la población de Magdalena (Buenos Aires, Abba *et al.*, 2011; Soiblezon *et al.*, 2007).

Resulta prematuro afirmar si *C. vellerosus* hace un uso selectivo de la heterogeneidad del desierto de Lavalles, debido principalmente al bajo número de ejemplares con los que se trabajó en la presente Tesis (Capítulo 6, Capítulo 7, Capítulo 8).

9.2. COMPARACIÓN ENTRE LAS DISTRIBUCIONES DE LAS TRES ESPECIES A LAS DIFERENTES ESCALAS ANALIZADAS

9.2.1. Escala regional

Esta investigación aporta información biogeográfica sobre estas tres especies como representantes de la fauna nativa del Monte. Los rangos

térmicos en los cuales estuvieron presentes los armadillos en Mendoza fueron concordantes con lo esperado por el abolengo de cada especie. La comparación entre las distribuciones de las tres especies en función de las isotermas indicó que *Z. pichiy* está presente en ambientes más fríos con respecto a las otras especies, lo que le permitiría ocupar en exclusividad las zonas de menores temperaturas del llano de la provincia, *C. villosus* por su parte presenta el rango de temperaturas más amplio de las tres especies de armadillos.

El hecho de que las tres especies compartan en Mendoza la preferencia por ambientes llanos a partir los 500 msnm llevaría a un solapamiento espacial a escala regional. El riesgo de competencia interespecífica podría diluirse debido a diferencias interespecíficas en la selección de hábitats a escalas de paisaje y local. *Zaedyus pichiy* y *C. villosus* hallarían áreas libres de *C. vellerosus* por encima de los 1000 msnm, reduciéndose así el riesgo de competencia con dicha especie (Capítulo 5).

9.2.2. Escala de paisaje

El análisis espacial de hábitat idóneo en una región de simpatria entre las especies de armadillos permitió discernir aspectos ecológicos compartidos y diferenciados.

En la escala de paisaje los tres armadillos evitaron las planicies, extensas zonas de pendiente baja a nula que corresponden a fondos de antiguas lagunas y a deposiciones aluvionales del río San Juan, con suelos arcillosos y a veces con depósitos de sales. Estos sectores del paisaje serían evitados por los armadillos debido a la naturaleza del suelo y la baja cobertura vegetal asociada con estos parches, dominados por matorrales abiertos de zampa, llauillín y vinagrillo (Capítulo 6). Esta evitación podría explicarse en términos de la exposición a potenciales predadores, ya que los parches con baja cobertura vegetal constituirían sitios riesgosos para los armadillos.

Con respecto a los hábitats óptimos de cada especie, *Z. pichiy* seleccionó los matorrales abiertos de mediana altura, en suelos arenosos de los médanos. *Chaetophractus villosus* se relacionó con la cobertura de la

vegetación antes que con la estructura de la comunidad vegetal. Otra diferencia entre sus hábitats idóneos radica en que la naturaleza del suelo es el factor más importante en la distribución del peludo, seleccionando una naturaleza más variada de suelos (Capítulo 6).

Se constató la presencia de *C. vellerosus* en médanos bajos con sedimentos areno-limosos, en aquellos parches donde también se localizó *Z. pichiy* (Capítulo 6).

9.2.3 Escala local

9.2.3.i. Uso del hábitat

Tanto *Z. pichiy* como *C. villosus* presentaron un uso selectivo del hábitat a escala local, diferenciándose entre sí por sus preferencias para localización de las cuevas, lo que indicaría una partición interespecífica del recurso hábitat. En efecto, el piche prefirió la ladera y el sector superior de los médanos, mientras que el peludo prefirió el intermédano y el fondo de paleocauce.

Ambas especies compartieron el hábitat en cuanto a la localización de sus áreas de forrajeo y que seguirían el patrón de especies forrajeadoras de sitio central (Orians y Pearson, 1979).

Las geoformas de médanos resultaron el hábitat idóneo para *Z. pichiy*, en cambio, los signos de actividad de *C. villosus* pusieron en evidencia la preferencia de esta especie por terrenos bajos, cauces antiguos e intermédanos ocupados por bosques de algarrobos y chañares. También se lo pudo encontrar en el pie del médano, mientras que evitó los sectores superiores de los mismos. Esta segregación espacial respondería a los aspectos físicos del suelo y diferentes requerimientos para cada especie: un aprovechamiento de la radiación solar por parte de *Z. pichiy* y/o una preferencia del peludo por las estructuras de suelo asociadas a la deposición sedimentaria de los ríos.

De modo similar a lo ocurrido en la escala de paisaje, el escaso número de actividades de *C. vellerosus* no permitió analizar su uso del hábitat (Capítulo 7).

9.2.3.ii. Uso del alimento

Las tres especies de quirquinchos presentaron una dieta de tipo omnívora generalista, que concuerda con lo definido por Redford (1985). *Zaedyus pichiy* fue la especie más carnívora, dado que se alimentó principalmente de insectos.

El consumo de vegetales fue más relevante en ambas especies de *Chaetophractus*, siendo *C. villosus* la especie de alimentación más herbívora. Estudios más completos y prolongados acerca de variaciones temporales en las dietas de estas tres especies permitirán detectar las relaciones entre los pulsos de lluvia, la disponibilidad de alimento y el solapamiento intrerespecífico en cuanto al uso del recurso alimentario en el desierto de Lavalle (Capítulo 8).

Los frutos del algarrobo constituyeron el ítem vegetal más importante en la dieta de las tres especies de armadillos durante todo el año, lo que pone en evidencia la fuerte relación ecológica entre estos mamíferos y los bosques de *Prosopis* sp., cuya importancia para la conservación de los armadillos debería ser analizada a futuro con mayor profundidad. Estos resultados, que concuerdan con los presentados por Gregor (1980a, 1985) para *C. vellerosus*, extienden esta vinculación a *Z. pichiy* y *C. villosus*.

Entre los insectos consumidos por los quirquinchos predominaron las hormigas seguidas por coleópteros adultos y larvas durante todo el año. Las tres especies de armadillos consumieron en forma selectiva ciertos grupos de insectos durante la primavera y el verano. En caso de presentarse una limitada disponibilidad de insectos, este solapamiento en su consumo podría estar indicando una competencia intraespecífica por el alimento entre *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* (Capítulo 8). Los resultados de esta Tesis apoyan la hipótesis que la evolución de una dieta amplia y omnívora en los eufractinos puede ser una adaptación a los ambientes estresantes (McDonough y Loughry, 2008). El presente estudio detectó la capacidad de variar estacionalmente las proporciones de diversos ítems en la dieta en *Z. pichiy*, como ya había sido demostrado en *C. vellerosus* (Gregor 1980a; 1985; Abba *et al.*, 2011), lo que les brindaría la flexibilidad necesaria para su supervivencia en condiciones ambientales extremas (Capítulo 8).

La dinámica del ciclo biológico de *Z. pichiy* que incluye un período de hibernación, representaría para *C. villosus* un lapso sin competencia intraespecífica, ya que esta última especie parece no responder fisiológicamente con una disminución de su actividad durante la época invernal (Capítulo 8).

9.3. Contribución de los resultados del estudio a la conservación de las especies

Durante el presente estudio se distinguieron amenazas de diferente origen para las poblaciones de *Z. pichiy*, *C. villosus* y probablemente *C. vellerosus*. El uso de la tierra que realizan los pobladores afectaría de modo indirecto a los armadillos, a través de la modificación de la cobertura y composición de la vegetación, bien sea por la cosecha selectiva de junquillo o a través del pastoreo ganadero extensivo.

La mayor frecuencia de observaciones de armadillos ocurrió en el parche de área natural con baja intensidad ganadera, donde probablemente haya una mayor abundancia de fauna nativa en general. Esta sección del área con menor impacto antrópico se encuentra en un área adyacente al sitio Ramsar Guanacahe, (Capítulo 6).

La cacería constituyó una presión negativa para las poblaciones de armadillos en el paisaje de Lavalle. Se registraron dos modos de extracción de fauna nativa: la caza artesanal, que probablemente represente un consumo bajo y selectivo, persiste en la zona desde hace cientos de años; y la caza deportiva, que afecta no sólo a las poblaciones de armadillos sino también a choiques (*Rhea pennata*, D'Orbigny, 1834) adultos y también sus huevos, además de vizcachas (*Lagostomus maximus*, Desmarest, 1817).

La caza deportiva se registró desde el período de actividad reproductiva de los armadillos hasta el otoño, observada en las áreas más naturales del paisaje. Su mayor peligro radica en ser una extracción indiscriminada, justamente concentrada durante el período de reproducción y cría de los armadillos. Se enfatiza la necesidad de avanzar en el análisis acerca de la persistencia en el tiempo de estas presiones negativas sobre la fauna. Pero

sobre todo, se remarca la necesidad de efectivizar acciones para conservar las poblaciones nativas, incluyendo a los lugareños como principales actores en la conservación local (Capítulo 6).

Las ecorregiones se consideran el nivel de organización biológica más apropiado para planificar y desarrollar la conservación de la variabilidad de especies, los ecosistemas y sus funciones (Brown y Pacheco, 2006). La ecorregión que requiere mayor atención en cuanto a la implementación de medidas de conservación para los armadillos en Mendoza es el Monte de Llanuras y Mesetas, ya que es la ecorregión que comparten *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus* (Capítulo 5).

Dentro de la provincia se detectó el área con mayor importancia para las poblaciones de armadillos, identificada como el área de simpatria entre *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus*, que posee mayor importancia en la preservación de estas especies (Capítulo 5). Sólo un 2,7% de la superficie compartida por las tres especies de armadillos se encuentran en un marco de conservación del ambiente a través de Reservas Naturales. Este fragmento puede no ser suficiente para la preservación de las poblaciones silvestres de estos mamíferos en el ambiente árido del Monte.

La situación de conservación para las tres especies se agrava ya que, el Monte está altamente subrepresentado en la Red de Áreas Protegidas de Mendoza, en primer lugar menos del 1% de la superficie del Monte se encuentra bajo legislación ambiental. En segundo lugar, más del 90% de las áreas protegidas provinciales están destinadas a la preservación de otras ecorregiones, excluyendo el Monte. Para asegurar la subsistencia a largo plazo de las tres especies de armadillos es necesaria una mayor representación de la ecorregión del Monte en el sistema legislativo provincial (Capítulo 5).

El sitio Ramsar Guanacache constituye otro tipo de ambiente protegido, en este caso bajo un marco de protección internacional. Dicho sitio comprende el 12 % del área de distribución compartida por las tres especies de armadillos. Mientras que se celebraron acuerdos históricos para la recuperación ambiental del sistema lacustre de Guanacache, San Silverio y Bebedero compartido por

las provincias de San Luis, San Juan, La Rioja y Mendoza, cada jurisdicción ha tomado diferentes acciones para llevarlos adelante. San Luis posee un proyecto aceptado por el Estado Nacional para crear un área protegida de 150.000 ha bajo jurisdicción de la Administración de Parques Nacionales. La provincia de San Juan por su parte, generó un Proyecto de Ley para la creación del Parque Provincial Guanacache, que abarcaría los terrenos declarados Sitio Ramsar. Sin embargo, en Mendoza no se reflejan acciones que incluyan a este sitio dentro de un marco legislativo de conservación de fauna silvestre (Sosa *et al.*, 2006). La presente investigación sostiene la necesidad de considerar el Sitio Ramsar Guanacache dentro un marco legislativo provincial que profundice en la preservación de la fauna nativa. Esto incrementaría sustancialmente la representación del Monte en la red de áreas protegidas y la preservación de las poblaciones de las tres especies de armadillos se beneficiaría de modo considerable.

9.4. Conclusiones finales

Los resultados aquí expuestos, analizados en el contexto del conocimiento biológico de *Z. pichiy*, *C. villosus* y *C. vellerosus*, permiten concluir las características de sus nichos ecológicos ocupados en Mendoza, especialmente en las zonas áridas.

9.4.1. ZAEDYUS PICHY

1) La dimensión climática del nicho de *Z. pichiy* en la región de Mendoza abarca climas áridos, acotada por las precipitaciones del momento más húmedo del año y no se encuentra limitada por la temperatura.

2) Los médanos arenosos son los elementos del paisaje que constituyen el hábitat idóneo del piche patagónico, pudiendo encontrarse en otros parches subóptimos del paisaje que poseen suelos blandos.

3) La distribución de esta especie en Lavalle se encuentra restringida por zonas llanas de origen aluvional, con suelos arcillosos y limosos arcillosos duros.

4) La dimensión biológica del hábitat de *Z. pichiy* se constituye por comunidades vegetales de fisonomía esteparia y arbustiva, de preferencia abierta. Su distribución en el paisaje está facilitada por los matorrales abiertos de *Bulnesia* sp., *Capparis* sp. y *Prosopis* sp.

5) La temperatura ambiental y sus variaciones estacionales ejercen influencia en los horarios de actividad de *Z. pichiy*.

6) La dieta del piche patagónico varía según la disponibilidad y sus requerimientos biológicos estacionales. Posee una dieta más insectívora que las especies del género *Chaetophractus*.

9.4.2. CHAETOPHRACTUS VILLOSUS

1) La dimensión climática de *C. villosus* no posee factores limitantes a escala regional, pudiendo ocupar amplios rangos de temperatura y aridez.

2) La distribución espacial del peludo en Mendoza se encuentra definida por la naturaleza de los suelos de origen fluvial. También pueden ocupar médanos de origen eólico. En el paisaje de Lavalle esta especie demostró la misma tendencia, habitando los cauces inactivos como aplicación del primer caso; los parches de los intermédanos también son hábitat óptimo para esta especie y un ejemplo del segundo caso.

3) Los suelos muy blandos son limitantes del ambiente habitado por *C. villosus*.

4) Las dimensiones biológicas del nicho de *C. villosus* no abarcaron una fisonomía de la vegetación en particular; en cambio, la cobertura vegetal moderada a alta es uno de los ejes biológicos principales del nicho de esta especie.

9.4.3. CHAETOPHRACTUS VELLEROSUS

1) La dimensión climática del hábitat de *C. vellerosus* limita la presencia de esta especie en Mendoza según las precipitaciones de los meses más fríos del año.

2) Los elementos que facilitan la presencia de esta especie en el paisaje son los médanos bajos de suelos arenosos limosos.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

ABBA, A. M.; D. E. UDRIZAR SAUTHIER Y S. F. VIZCAÍNO, **2005**. Distribution and use of burrows and tunnels of *Chaetophractus villosus* (Mammalia, Xenarthra) in the eastern Argentine pampas. *Acta Theriologica*, **50**:115–124.

ABBA, A. M.; M. H. CASSINI Y S. F. VIZCAÍNO, **2007**. Effects of land use on the distribution of three species of armadillos (Mammalia, Dasypodidae) in the Pampas, Argentina. *Journal of Mammalogy*, **88**(2):502–507.

ABBA, A. M., **2008**. *Ecología y Conservación de los armadillos (Mammalia, Dasypodidae) en el Noroeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina*. Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina, 246 pp.

ABBA, A. M. Y M. H. CASSINI, **2008**. Ecology and conservation of three species of armadillos in the Pampas region, Argentina, pp. 300–305. En: (Vizcaíno S. F. y W. J. Loughry, eds.) *Biology of the Xenarthra*. Editorial de la Universidad de Florida, Gainesville, Estados Unidos, 370 pp.

ABBA, A. M. Y S. F. VIZCAÍNO, **2008**. Los xenartros (Mammalia: Xenarthra) del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia y el Museo de La Plata. *Contribuciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, **4**:1–37.

ABBA, A. M. Y M. H. CASSINI, **2010**. Ecological differences between two sympatric species of armadillos (Xenarthra, Mammalia) in a temperate region of Argentina. *Acta Theriologica*, **55**:35–44.

ABBA A. M. Y M. SUPERINA, **2010**. The 2009/2010 Armadillo Red List Assessment. *Edentata*, **11**:135–184.

ABBA, A. M.; M. SUPERINA Y E. CUÉLLAR, **2010**. *Chaetophractus vellerosus*. En: IUCN 2010, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.2. URL: <http://www.iucnredlist.org>.

ABBA, A. M.; G. H. CASSINI, M. H. CASSINI Y S. F. VIZCAÍNO, **2011**. Historia natural del piche llorón *Chaetophractus vellerosus* (Mammalia: Xenarthra: Dasypodidae). *Revista Chilena de Historia Natural*, **84**(1):51–64.

ABBA, A. M. Y S. F. VIZCAÍNO, **2011**. Distribución de armadillos (Xenarthra: Dasypodidae) de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, **18**:185–206.

ABBA, A. M.; M. F. TOGENLLI; V. P. SEITZ; B. BENDER Y S. F. VIZCAÍNO, **2012**. Distribution of extant xenarthrans (Mammalia: Xenarthra) in Argentina using species distribution models. *Mammalia*, **76**:123–136.

ABRAHAM, E. M. Y R. PRIETO, **1991**. Aportes de la geografía histórica para el estudio de los procesos de cambios en los paisajes. El caso de Guanacache, Mendoza, Argentina. *Bamberger Geographische Schriften Bd. Bamberg*, **11**:309–336.

ABRAHAM, E. M., **2000**. *Geomorfología de la provincia de Mendoza*. En: Catálogo de recursos humanos e información relacionada con la temática ambiental en la región andina argentina. <<http://www.cricyt.edu.ar/ladyot/catalogo/cdandes/cap04.htm#inhalt>>.

ABRAHAM, E. M.; N. D. SORIA; M. C. RUBIO Y R. FERNÁNDEZ, **2008**. Primer informe de avance escala local. Región Centro–Oeste, Sitio Piloto Mendoza, Proyecto LADA FAO. Disponible en: <http://www.cricyt.edu.ar/ladyot/>

ABRAHAM, E. M.; N. D. SORIA; M. C. RUBIO Y R. FERNÁNDEZ, **2009**. Segundo informe de avance escala local. Región Centro–Oeste, Sitio Piloto Mendoza, Proyecto LADA FAO. Disponible en: <http://www.cricyt.edu.ar/ladyot/>

AGUIAR, J. M. Y G. A. B. DA FONSECA, **2008**. Conservation status of the Xenarthra, pp. 215–231. En: (Vizcaino S. F. y W. J. Loughry, eds.) *Biology of the Xenarthra*. Editorial de la Universidad de Florida, Gainesville, Estados Unidos, 370 pp.

ALLEN, L.; R. ENGEMAN Y H. KRUPA, **1996**. Evaluation of three relative abundance indices for assessing dingo populations. *Wildlife Research*, **23**:197–206.

ANACLETO, T. C. S. **2007**. Food habits of four armadillo species in the Cerrado Area, Mato Grosso, Brazil. *Zoological Studies*, **46**:529–537.

ANACLETO, T. C. S.; J. A. F. DINIZ-FILHO Y M. V. C. VITAL, **2006**. Estimating potential geographic ranges of armadillos (Xenarthra, Dasypodidae) in Brazil under niche-based models. *Mammalia*, **70**:202–213.

ANACLETO, T. C. S. Y J. MARINHO-FILHO, **2001**. Hábito alimentar do tatu-canastra (Xenarthra, Dasypodidae) em uma área de cerrado do Brasil central. *Revista Brasileira de Zoologia*, **18**:681–688.

ANDERSON, R. P.; M. GÓMEZ-LAVERDE; A. T. PETERSON, **2002**. Geographical distributions of spiny pocket mice in South America: insights from predictive models. *Global Ecology and Biogeography*, **11**:131–141.

ANDERSON, C. J.; R. N. DA VITORIA LOBO, J. D. ROTH Y J. M. WATERMAN, **2010**. Computer-aided photo-identification system with an application to polar bears based on whisker spot patterns. *Journal of Mammalogy*, **91**(6):1350–1359.

ANDERSON, R. P. Y E. MARTÍNEZ-MEYER, **2004**. Modeling species' geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (Heteromys) of Ecuador. *Biological Conservation*, **116**: 167–179.

ANSELIN, L., **2002**. Under the hood: issues in the specification and interpretation of spatial regression models. *Agricultural Economics*, **17**: 247–267.

ARÉVALO J. E., **2001**. Manual de campo para el monitoreo de mamíferos terrestres en áreas de conservación. Asociación Conservacionista de Monteverde, Costa Rica, 18 pp.

ARTEAGA, M. C. Y E. VENTICINQUE, **2012**. Effects of change in primary forest cover on armadillo (Cingulata, Mammalia) burrow use in the Central Amazon. *Revista Mexicana de Biodiversidad* [en línea], **83**(1):177–183.

ASAB/ABS, **2006**. Guidelines for the treatment of animals in behavioural research and teaching. *Animal Behavior*, **71**:245–253.

ASM/ACUC (The American Society of Mammalogists Animal Care and Use Committee), **1998**. Guidelines for the capture, handling, and care of mammals as approved by the American Society of Mammalogists. *Journal of Mammalogy*, **79**:1416–1431.

ATLAS SIG DESERT, **2011-2012**. Información espacial procesada por el Laboratorio de Desertificación y Ordenamiento Territorial. <<http://www.mendoza-conicet.gob.ar/ladyot>>. ISSN 2250-6381.

BAILEY, R. G., **1996**. *Ecosystem Geography*. Springer-Verlag, Nueva York, Nueva York, Estados Unidos, 252 pp.

BARRIENTOS, M., **sin fecha**. 3D Analyst. Arctoolbox: Guía Rápida de herramientas, <www.gabrielortiz.com/descargas/3D_Analyst_9_2.pdf>.

BESAG, J. **1974**. Spatial interaction and the statistical analysis of lattice systems. *Journal of the Royal Statistical Society*, **36**:192–236.

Bibliografía

- BERENSON, M. L. Y D. M. LEVINE, **1996**. Estadística para administración y economía. Sexta Edición, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, Estado de México, México.
- BEYER, W. N.; E. S. CONNOR Y S. GEROULD, **1994**. Estimates of soil ingestion by wildlife. *Journal of Wildlife Management*, **58**:375–382.
- BOGGS, D. F.; P. B. FRAPPELL Y D. L. KILGORE JR., **1998**. Ventilatory, cardiovascular and metabolic responses to hypoxia and hypercapnia in the armadillo. *Respiratory Physiology*, **113**:101–109.
- BOYCE, M. S., 2006. Scale for resource selection functions. *Diversity and Distributions*, **12**:269–276.
- BROWN, A. Y S. PACHECO, **2006**. Propuesta de actualización del mapa ecorregional de la Argentina. En: (Brown, A.; D. Martínez; U. Ortiz; M. Acerbi y J. Corcuera eds.) *La situación ambiental argentina 2005*. Buenos Aires, Argentina. Fundación Vida Silvestre, pp 59–60.
- BURKART, R.; N. BARBARO; R. O. SÁNCHEZ Y D. A. GÓMEZ, **1999**. *Ecorregiones de la Argentina*. Administración de Parques Nacionales, PRODIA, Argentina. pp. 1–43.
- BUSHNELL, R., **1952**. *The place of the armadillo in Florida wildlife communities*. Tesis de Maestría, Universidad de Stetson, DeLand, Florida, Estados Unidos, 55 pp.
- BUZAI, G., **1999**. *Geografía Global. El Paradigma Geotecnológico y el Espacio Interdisciplinario en la Interpretación del Mundo del Siglo XX*. Lugar Editorial S.A., Buenos Aires, Argentina.
- CAPITANELLI, R., **1972**. Geomorfología y Clima de la provincia de Mendoza, pp.15–48. En: (Roig F. A., ed.) *Geología, Geomorfología, Climatología, Fitogeografía y Zoogeografía de la provincia de Mendoza*. Reedición especial del Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, **8**:15–48.
- CARLINI, A. A. Y S. F. VIZCAÍNO, **1987**. A new record of the armadillo *Chaetophractus vellerosus* (Gray, 1865) in the Buenos Aires Province of Argentine: Possible causes for the disjunct distribution. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* **22**(1):53–56.
- CARTER, T. S. Y C. D. ENCARNACAO, **1983**. Characteristics and use of burrows by four species of armadillo in Brazil. *Journal of Mammalogy*, **64**:103–108.
- CASSINI, M. H.; A KACELNIK Y E. T. SEGURA, **1990**. The tale of the screaming hairy armadillo, the guinea pig and the marginal value theorem. *Animal Behaviour*, **39**:1030–1050.
- CASSINI, M. H., **1993**. Searching strategies within food patches in the armadillo *Chaetophractus vellerosus*. *Animal Behaviour*, **46**:400–402.
- CHARNOV, E. L., **1976**. Optimal foraging: the marginal value theorem. *Theoretical population biology*, **9**:129–136.
- CHEN, P. P., **1976**. The Entity Relationship Model toward a Unified View of Data. *ACM Transactions on Database Systems*, **1**(1):9–36.
- CHERRY, S., **1996**. A comparison of confidence interval methods for habitat use–availability studies. *Journal of Wildlife Management*, **60**:653–658.
- CHIAVAZZA, H. y M. R. PRIETO, **2008**. Estudios arqueológicos en el Río Desaguadero (Mendoza). *Runa* [en línea], **29**:23–48.
- CLAVER, S., **2000**. *Ecología de Acromymex lobicornis (E.) (Hymenoptera: Formicidae) en la Reserva de Nacuñán, provincia Biogeográfica del Monte. Preferencia de hábitat, abundancia de colonias, uso de los*

Seitz, V. P.

recursos y patrones de actividad. Tesis Doctoral inédita, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. 160 pp.

CLIFF, A. D. Y J. K. ORD, **1973**. *Spatial Autocorrelation*. Pion, Londres. 175 pp.

CNCC, **2007**. Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Instituto Torcuato Di Tella, Buenos Aires, Argentina. <<http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/Segunda%20Comunicacion%20Nacional.pdf>>, 200 pp.

CODD, E., **1970**. A relational model of data for large shared data banks. *Communications of the association for computing machinery*, **13**(6):377–387.

CODD, E., **1979**. Extending the database relational model to capture more meaning. *Association for computing machinery transaction on database systems*, **4**(4):397–434.

COLWELL, R. K. Y D. J. FUTUYMA, **1971**. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology*, **52**:567–576.

CUÉLLAR, E., **2008**. Biology and ecology of armadillos in the Bolivian Chaco, pp. 306–312. *En*: (Vizcaíno S. F. y W. J. Loughry, eds.) *Biology of the Xenarthra*. Editorial de la Universidad de Florida, Gainesville, Estados Unidos, 370 pp.

CUÉLLAR, E. y A. NOSS, **2003**. *Mamíferos del Chaco y de la Chiquitania de Santa Cruz, Bolivia*. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

CUTZ, L.; J. PALACIOS Y M. VÁZQUEZ, **2003**. Comparación de algunos aspectos ecológicos de Collembola en cuatro asociaciones vegetales de Noh-Bec, Quintana Roo, México. *Folia Entomológica Mexicana*, **42**(1):91–101.

DEBLASE, A. F. Y MARTIN, R. E., **1981**. A manual of mammalogy with keys to families of the world. Segunda Edición. Editorial W. C. Brown. Dubuque, Iowa, Estados Unidos.

DELANY, M. J., **1978**. Introduction: marking animals for research, pp. 1–10. *En*: (Stonehouse, B. L. F., ed.) *Animal marking: recognition marking of animals in research*. Editorial Macmillan, Londres, Reino Unido.

DELSUC, F.; M. SCALLY, O. MADSEN; M. J. STANHOPE; W. W. DE JONG; F. M. CATZEFLIS; M. S. SPRINGER Y E. J. P. DOUZERY, **2002**. Molecular phylogeny of living xenarthrans and the impact of character and taxon sampling on the placental tree rooting. *Molecular Biology and Evolution*, **19**(10):1656–1671.

DELSUC, F.; M. J. STANHOPE Y E. J. P. DOUZERY, **2003**. Molecular systematics of armadillos (Xenarthra, Dasypodidae): contribution of maximum likelihood and Bayesian analyses of mitochondrial and nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **28**: 261–275.

DELSUC, F.; S. F. VIZCAÍNO Y E. J. P. DOUZERY, **2004**. Influence of Tertiary paleoenvironmental changes on the diversification of South American mammals: a relaxed molecular clock study within xenarthrans. *BioMed Central Evolutionary Biology*, **4**:11–19.

DELSUC, F. Y E. J. P. DOUZERY, **2008**. Recent advances and future prospects in xenarthran molecular phylogenetics, pp. 11–36. *En*: (Vizcaíno S. F. y W. J. Loughry, eds.) *Biology of the Xenarthra*. Editorial de la Universidad de Florida, Gainesville, Estados Unidos, 370 pp.

DIAS, P. C., **1996**. Sources and sinks in population biology. *Tree*, **11**:326–329.

Bibliografía

- DÍAZ, G. B. Y R. OJEDA (eds.), **2000**. *Libro rojo de los mamíferos amenazados de la Argentina*. Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos, Mendoza, Argentina, 106 pp.
- DIAMOND, J. M., **1978**. Niche shifts and the rediscovery of interspecific competition. *American Scientist*, **66**: 322–331.
- DINERSTEIN, E.; D. OLSON; D. GRAHAM; A. WEBSTER; M. BOOKBINDER Y G. LEDEC, **1995**. *Una Evaluación del Estado de Conservación de las Ecorregiones Terrestres de América Latina y El Caribe*. Fondo Mundial para la Naturaleza, Banco Mundial, Washington, Estados Unidos, 135 pp.
- EISENBERG, J. F., **1961**. Observations on the nest-building behavior of armadillos. *Proceedings of the Zoological Society of London*, **137**:322–324.
- ELITH, J. **2002**. Quantitative methods for modeling species habitat: comparative performance and an application to Australian plants, pp. 39-58. En: (Ferson, S. y M. Burgman, eds.) *Quantitative methods for conservation biology*. Editorial Springer-Verlag, Nueva York, Estados Unidos.
- EMERY, L. y R. WYDASKI, **1987**. Marking and Tagging of Aquatic Animals: An Indexed Bibliography. *U.S. Fish and Wildlife Service*, **165**:1–57.
- ENGELMANN, G. F., **1985**. The phylogeny of the Xenarthra, pp. 51–64. En: (G. G. Montgomery, ed.) *The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas*. Editorial del Instituto Smithsonian, Washington, Estados Unidos, 451 pp.
- FERREIRO, A.; C. ONETO; R. RODRÍGUEZ; L. GONZÁLEZ; L. AGUILAR; J. VALENZUELA; M. CORONEL, **2007**. Un Equipo Patrón para las Evaluaciones de Resistencia de Suelos Agrícolas por Penetrometría. XXVII Jornadas IRAM – Universidades. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero. <<http://www.iram.org.ar/>>.
- FISHER, M. y A. MUTH, **1989**. A technique for permanently marking lizards. *Herpetological Review*, **20**:45–46.
- FLORES, G.; S. J. LAGOS y S. ROIG JUÑENT, **2004**. Artrópodos epígeos que viven bajo la copa del algarrobo (*Prosopis flexuosa*) en la Reserva Telteca (Mendoza, Argentina). *Multiequina*, **13**:71–90.
- FRANKLIN, J., **1995**. Predictive vegetation mapping: geographic modeling of biospatial patterns in relation to environmental gradients. *Progress in Physical Geography*, **19**(4):474–499.
- FRETWELL, S. D. Y H. J. LUCAS (JR.), **1970**. On territorial behavior and other factors influencing hábitat distribution in birds. *Acta Biotheoretica*, **19**:16–36.
- GARDNER, A. L., **2005**. Order Cingulata, pp. 94-99. En: (Wilson, D. E. y D. M. Reeder, eds.) *Mammal Species of the World*. Tercera edición, Editorial de la Universidad Johns Hopkins, Baltimore, Estados Unidos.
- GARDNER, R. H., **1998**. Pattern, process, and the analysis of spatial scales, pp. 17–34. En: (Peterson, E. L. y V. T. Parker, eds.) *Ecological Scale, Theory and Applications*. Editorial de la Universidad de Columbia, Nueva York, Nueva York, Estados Unidos.
- GAUSE, G. F., **1934**. *The Struggle for Existence*. Editorial Williams y Wilkins, Baltimore, Estados Unidos, 163 pp.
- GOODCHILD, M. F. y K. KEMP, **1990**. *NCGIA Core Curriculum: Technical Issues in GIS*. National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA). Santa Barbara, California, Estados Unidos.

GRAHAM, M. H., **2003**. Confronting multicollinearity in ecological multiple regression. *Ecology*, **84**:2809–2815.

GREGOR, D. H., **1974**. *Comparative ecology and distribution of two species of armadillos, Chaetophractus vellerosus and Dasypus novemcinctus*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Arizona, Tucson, Estados Unidos, 150 pp.

GREGOR, D. H., **1980a**. Diet of the omnivorous armadillo, *Chaetophractus vellerosus* of northwestern Argentina. *Journal of Mammalogy*, **61**:331–334.

GREGOR, D. H., **1980b**. Preliminary study of movements, and home range of the armadillo, *Chaetophractus vellerosus*. *Journal of Mammalogy*, **61**(2):334–335.

GREGOR, D. H., **1985**. Ecology of the little hairy armadillo *Chaetophractus vellerosus*, pp. 397–405. En: (G.G. Montgomery, ed.) *The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas*. Editorial del Instituto Smithsonian, Washington, Estados Unidos, 451 pp.

GRITZNER, C. F., **2007**. *Deserts. Geography of extreme environments*. Editorial Chelsea House, Nueva York, Estados Unidos, 127 pp.

GUEVARA, J.; E. GRÜN WALDT; O. R. ESTEVEZ; A. J. BISIGATO; L. J. BLANCO; N. F. BIURRUN; C. A. FERRANDO; C. C. CHIRINO; E. F. MORICI; B. FERNÁNDEZ; L. I. ALLEGRETTI Y C. B. PASSERA, **2009**. Range and livestock production in the Monte desert, Argentina. *Journal of Arid Environments*, **73**:228–237.

GUISAN, A. y U. HOFER, **2003**. Predicting reptile distributions at the mesoscale: relation to climate and topography. *Journal of Biogeography*, **30**(8):1233–1243.

GUISAN, A. y W. THUILLER, **2005**. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, **8**:993–1009.

GUSTAFSON, E. J., **1998**. Quantifying landscape spatial pattern: What is the state of the art? *Ecosystems*, **1**:143–156.

GUZMÁN–LENIS, A. y A. CAMARGO–SANABRIA, **2004**. Importancia de los rastros para la caracterización del uso de hábitat de los mamíferos medianos y grandes en el bosque los mangos (Puerto López, Meta, Colombia). *Acta Biológica Colombiana*, **9**(1):11–22.

HASTIE, T.; R. TIBSHIRANI Y J. FRIEDMAN, **2001**. The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction. Nueva York: Springer-Verlag, **1**(8): 371–406.

HASTINGS, K. K.; L. A. HIBY Y R. J. SMALL, **2008**. Evaluation of a computer-assisted photograph-matching system to monitor naturally marked harbor seals at Tugidak Island, Alaska. *Journal of Mammalogy*, **89**(5):1201–1211.

HARVEY, F. **2008**. *A primer of GIS: Fundamental geographic and cartographic concepts*. Editorial The Guildford, Nueva York, Nueva York, Estados Unidos. 301 pp.

HATCHER, J. B., **1903**. Narrative of the expeditions, pp 1–209. En: *Reports of Princeton University expeditions to Patagonia. 1896–1899*. Volumen I, Editorial de la Universidad de Princeton, Princeton, Nueva Jersey, Estados Unidos, 314 pp.

HEALEY R G 1991 Database management systems, 251–267. En: (Maguire, D. J.; Goodchild, M. F.; Rhind, D. W., eds) *Geographical information systems: principles and applications*. Editorial John Wiley & Sons Inc.; Harlow, Longman, Nueva York, Estados Unidos, 410 pp.

Bibliografía

- HIJMANS, R. J.; S. E. CAMERON; J. L. PARRA; P. G. JONES Y A. JARVIS, **2005**. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, **25**:1965–1978.
- HILDEBRAND, M., **1988**. Analysis of vertebrate structure. Tercera Edición, Editorial Wiley, Nueva York, Nueva York, Estados Unidos.
- HILL, R. V., **2006**. Comparative anatomy and histology of xenarthran osteoderms. *Journal of Morphology*, **267**:1441–1460.
- HIRZEL, A. H. y G. L. Lay, **2008**. Habitat suitability modelling and niche theory. *Journal of Applied Ecology*, **45**:1372–1381.
- HOLLING, C. S., **1992**. Cross-scale morphology, geometry and dynamics of ecosystems. *Ecological Monographs*, **62**:447–502.
- HUSTON, M.A., **1994**. Biological diversity: The coexistence of species on changing landscapes. Editorial de la Universidad de Cambridge, Cambridge, Estados Unidos, 681 pp.
- HUTCHINSON, G. E., **1957**. Concluding remarks. *Cold Spring Harbour Symposium on Quantitative Biology*, **22**:415–427.
- HUTCHINSON, G. E., **1965**. The ecological theater and the evolutionary play. Editorial de la Universidad de Yale, New Haven, Connecticut, Estados Unidos, 139 pp.
- IPCC, **2001**. Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Editorial de la Universidad de Cambridge, Cambridge, Estados Unidos, 10 pp.
- IUCN, **2011**. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <<http://www.iucnredlist.org>>
- IGN, **2004**. cartografía nacional en escala 1:250.000. Instituto Geográfico Nacional. Ministerio de Defensa, Presidencia de la Nación Argentina. <<http://www.ign.gob.ar/AreaServicios/Descargas/MapasFisicos>>
- JAKSIC, F., **1989**. Opportunism vs. selectivity among carnivorous predators that eat mammalian prey: a statistical test of hypotheses. *Oikos*, **56**:427–430.
- JOHNSON, D. H., **1980**. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology*, **61**:65–71.
- KELLY, M. J., **2001**. Computer-aided photograph matching in studies using individual identification: an example from Serengeti cheetahs. *Journal of Mammalogy*, **82**:440–449.
- KEMP, K. K., **2008**. *Encyclopedia of geographic information science*. Editorial Sage Publications. California, California, Estados Unidos, 583 pp.
- KINLAW, A., **1999**. A review of burrowing by semi-fossorial vertebrates in arid environments. *Journal of Arid Environments*, **41**:127–145.
- KLINGEL, H., **1965**. Notes on the biology of the plains zebra, *Equus quagga boehmi*, Matschie. *African Journal of Ecology*, **3**:86–88.
- KOTLIAR, N. B. y J. A. Wiens, **1990**. Multiple scales of patchiness and patch structure: a hierarchical framework for the study of heterogeneity. *Oikos*, **59**:253–260.

LAITY, J., **2008**. *Deserts and desert environments*. Editorial Wiley–Blackwell, Hoboken, Nueva Jersey, EE. UU, 342 pp.

LAYNE, J. N. Y D. GLOVER, **1985**. Activity patterns of the common long-nosed armadillo *Dasypus novemcinctus* in south-central Florida, pp. 407–417. En: (G. G. Montgomery, ed.) *The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas*. Editorial del Instituto Smitsoniano, Washington, Estados Unidos, 451 pp.

LEGENDRE, P. Y L. LEGENDRE, **1998**. *Numerical ecology*, Vol I. Editorial Elsevier, Amsterdam, Países Bajos, 853 pp.

LIU, C.; P. M. BERRY; T. P. DAWSON Y R. G. PEARSON, **2005**. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. *Ecography*, **28**:385–393.

LORENZ, K., **1937**. Imprinting. *The Auk*, **54**:245–273.

LOTKA, A. J., **1932**. The growth of mixed populations: two species competing for a common food supply. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, **22**: 461–469.

MACARTHUR, R. H. Y E. PIANKA, **1966**. On optimal use of a patchy environment. *American Naturalist*, **100**:603–609.

MADSEN, O.; M. SCALLY; C. J. DOUADY; D. J. KAO; R. W. DEBRY; R. ADKINS; H. M. AMRINE; M. J. STANHOPE; W. W. DE JONG Y M. S. SPRINGER, **2001**. Parallel adaptive radiations in two major clades of placental mammals. *Nature* **409**: 610–614.

MANLY, B.; L. McDONALD Y D. THOMAS, **1993**. *Resource selection by animals, statistical design and analysis for field studies*. Editorial Chapman y Hall, Londres, Reino Unido, 175 pp.

MATEO, R. G.; A. M. FELICÍSIMO; J. MUÑOZ, **2011**. Modelos de distribución de especies: una revisión sintética. *Revista Chilena de Historia Natural*, **84**(2): 217–240.

MCCUNE, B., **2006**. Non-parametric habitat models with automatic interactions. *Journal of Vegetation Science*, **17**:819–830.

MCDONOUGH, C. M. Y W. J. LOUGHRY, **2008**. Behavioral ecology of armadillos, pp. 281–293. En: (Vizcaino S. F. y W. J. Loughry, eds.) *Biology of the Xenarthra*. Editorial de la Universidad de Florida, Gainesville, Estados Unidos, 370 pp.

McNAB, B. K., **1980**. Energetics and the limits to a temperate distribution of armadillos. *Journal of Mammalogy*, **61**:606–627.

McNAB, B. K., **1985**. Energetics, population biology, and distribution of xenarthrans, living and extinct, pp. 219–232. En: (G.G. Montgomery, ed.) *The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas*. Editorial del Instituto Smithsonian, Washington, Estados Unidos, 451 pp.

MEENTEMEYER, V. Y E. O. BOX, **1987**. Scale effects in landscape studies, pp. 15–34. En: (M.G. Turner, ed.) *Landscape heterogeneity and disturbance*. Editorial Springer–Verlag, Nueva York, Estados Unidos, 401 pp.

MERRITT, D., **2008**. Xenarthrans of the Paraguayan Chaco, pp. 294–299. En: (Vizcaino S. F. y W. J. Loughry, eds.) *Biology of the Xenarthra*. Editorial de la Universidad de Florida, Gainesville, Estados Unidos, 370 pp.

MEYER, W. B., **1995**. Past and present land use and land cover in the USA. *Consequences*, **1**:25–33.

Bibliografía

- MONTALVO, C.; M. PESSINO Y V. GONZÁLEZ, **2007**. Taphonomic analysis of remains of mammals eaten by pumas (*Puma concolor* Carnívora, Felidae) in central Argentina. *Journal of Archaeological Science*, **34**:2151–2160.
- MONTGOMERY, G. G. (ed.), **1985**. *The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas*. Editorial del Instituto Smitsonian, Washington, Estados Unidos, 451 pp.
- MORRISON, M. L.; B. G. MARCOT Y R. W. MANNAN, **1998**. *Wildlife–Habitat Relationships. Concepts and Applications*. Segunda edición, Editorial de la Universidad de Wisconsin, Madison, Estados Unidos.
- MORRONE, J. J., **2006**. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean Islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Annual Review of Entomology*, **51**:467–494.
- MOSCATELLI, G. N.; E. E. MURO; L. SALAZAR; J. C. PLAZA; J. A. GORGAS; J. R. VARGAS GIL; V. NAKAMA; R. SOBRAL Y R. MUSTO, **1990**. *Atlas de Suelos de la República Argentina. Escala 1:500.000 y 1:1.000.000*. Editorial SAGyP. Buenos Aires. Centro de Investigaciones de Recursos Naturales, INTA. Castelar, Buenos Aires, Argentina.
- MUÑOZ, J. Y A. M. FELICÍSIMO. **2004**. A comparison between some statistical methods commonly used in predictive modeling. *Journal of Vegetation Science*, **15**: 285–292.
- MUÑOZ–PEDREROS, A., **2010**. *Huellas y signos de mamíferos de Chile*. Editorial CEA Ediciones. Valdivia, Chile, 112 pp.
- MURPHY, W. J.; E. EIZIRIK; W. E. JOHNSON; Y. P. ZHANG; O. A. RYDER Y S. J. O'BRIEN, **2001a**. Molecular phylogenetics and the origins of placental mammals. *Nature*, **409**: 614–618.
- MURPHY, W. J., E. EIZIRIK; S. J. O'BRIEN; O. MADSEN; M. SCALLY; C. J. DOUADY; E. TEELING; O. A. RYDER; M. J. STANHOPE; W. W. DE JONG Y M. S. SPRINGER, **2001b**. Resolution of the early placental mammal radiation using Bayesian phylogenetics. *Science*, **294**: 2348–2351
- NAROSKY, T. Y D. YZURIETA, **1989**. *Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay*. Editorial Vazquez Manzini. Buenos Aires, Argentina, 345 pp.
- NEWMAN, H. H. Y J. T. PATTERSON, **1910**. The development of the nine-banded armadillo from primitive streak to birth, with special reference to the question of polyembryony. *Journal of Morphology*, **21**:359–423.
- NOSS, A. J.; R. LENY; Y E. CUÉLLAR, **2008**. Exploitation of xenarthrans by the Guarani–Isoseno indigenous people of the Bolivian Chaco: comparisons with hunting by other indigenous groups in Latin America, and implications for conservation, pp. 244–257. En: (Vizcaíno S. F. y W. J. Loughry, eds.) *Biology of the Xenarthra*. Editorial de la Universidad de Florida, Gainesville, Estados Unidos, 370 pp.
- NOVARO, A. J.; M. C. FUNES Y R. S. WALKER, **2000**. Ecological extinction of native prey of a carnivore assemblage in Argentine Patagonia. *Biological Conservation*, **92**:25–33.
- NOY–MEIR, I., **1973**. Desert ecosystems: environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **4**:25–51.
- ODLAND, J., **1988**. *Spatial autocorrelation*. Sage, Newbury Park, California, Estados Unidos.
- O'NEILL, R. V.; R. H. GARDNER; B. T. MILNE; M. G. TURNER Y B. JACKSON, **1991**. Heterogeneity and spatial hierarchies, pp. 85–96. En: (J. Kolasa y S. T. A. Pickett, eds.) *Ecological heterogeneity*. Editorial Springer–Verlag, Nueva York, Estados Unidos.

Seitz, V. P.

ORIAN, G. H. Y N. E. PEARSON, **1979**. On the theory of central place foraging, pp. 155–177. En: (Horn, D. J.; R. D. Mitchell y G. R. Stairs, eds.) *Analysis of ecological systems*. Editorial de la Universidad de Ohio, Columbus, Ohio, Estados Unidos.

OTTINO, P. Y P. GUILLER, **2004**. Distribution, density, diet and habitat use of the otter in relation to land use in the Araglin valley, Southern Ireland. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, **1**:1–17.

OWEN–SMITH, N. Y P. NOVELLIE, **1982**. What should a clever ungulate eat? *American Naturalist*, **119**:151–178.

PACHECO, J. Y C. J. NARANJO, **1978**. Field ecology of *Dasypus sabanicola* in the flood savanna of Venezuela, pp. 13–17. En: *The armadillo as an experimental model in biomedical research*. Publicación científica 366, Editorial Pan American Health Organization, Washington, Estados Unidos.

PAGNUTTI, N.; A. M. ABBA; M. SUPERINA Y S. F. VIZCAÍNO, **2011**. Estimación del área de acción de *Chaetophractus vellerosus* (Mammalia: Dasypodidae) mediante la metodología de captura–recaptura. *Revista del Museo de La Plata, Zoología*, **18(172)**:138–139.

PARUELO, J. M.; J. P. GUERSCHMAN Y S. VERÓN, **2005**. Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. *Ciencia Hoy*, **15(87)**:14–23.

PASSERA, C.; A. DALMASSO Y O. BORSETTO, **1983**. Método de Point Quadrat Modificado, 71–79; 135–153. En: *Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas*. Editorial FAO/IADIZA, Mendoza, Argentina.

PEARSON R. G. Y T. P. DAWSON, **2003**. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? *Global Ecology and Biogeography*, **12(5)**:361–371.

PERALTA DE GALMARINI, I. Y E. MARTÍNEZ CARRETERO, **1995**. Reserva Natural Telteca. Guías botánicas para la provincia de Mendoza. *Boletín de Extensión Científica. IADIZA*, 61 pp.

PEREIRA, J. Y N. FRACASSI, **2000**. Gato de los pajonales (*Lynchailurus pajeros* Desmarest, 1816). Ecología y Conservación. En: (Julia, J. P.; E. Richard; J. Pereira y N. Fracassi, eds.) *Introducción a la biología, uso y estatus de los felinos de Argentina*. REHM, Serie Apuntes 2, Tucumán, Argentina, 92 pp.

PEREYRA LOBOS, R.; F. J. SANTANDER; S. ALVARADO, S. ORELLANA; P. A. RAMÍREZ; L. MUÑOZ Y D. FERNÁNDEZ BELLÓN, **2011**. Dieta de los Águila Coronada (*Harpyhaliaetus coronatus*) durante la temporada de cría en el Desierto del Monte, Mendoza, Argentina. *Journal of Raptor Research*, **45**:180–183.

PIANKA, E. R., **1981**. Competition and niche theory, pp.167–196. En: (May, R. M. ed.) *Theoretical Ecology*. Editorial Blackwell Scientific Publications.

PHILLIPS, S. J.; M. DUDÍK Y R. E. SCHAPIRE, **2004**. A maximum entropy approach to species distribution modeling, pp. 655–662. En: (Brodley, C. E., ed.) *Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning, ACM Press*. Editorial ACM, Banff, Canada.

PHILLIPS, S. J.; R. P. ANDERSON; R. E. SCHAPIRE, **2006**. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, **190**:231–259.

PHILLIPS, S. J. Y M. DUDÍK, **2008**. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography*, **31**:161–175.

Bibliografía

- POL, R. G.; S. R. CAMÍN Y A. A. ASTIÉ, **2006**. Situación ambiental en la ecorregión del Monte, pp. 227–233. En: (Brown, A.; U. Martínez Ortiz; M. Acerbi y J. Corchera, eds.) *La Situación Ambiental Argentina 2005*. Editorial Fundación Vida Silvestre, Buenos Aires, Argentina, 380 pp.
- POLIS, G.A. & FARLEY, R.D. **1979**. Characteristics and environmental determinants of natality, growth and maturity in a natural population of the desert scorpion, *Paruroctonus mesaensis* (Scorpionida: Vaejovidae). *Journal of Zoology*, **187**:517–542.
- POLIS, G. Y S. J. MCCORMICK, **1986**. Scorpions, spiders and solpugids: predation and competition among distant related taxa. *Oecologia*, **71**:111–116.
- POLJAK, S.; J. ESCOBAR; G. DEFERRARI Y M. LIZARRALDE, **2007**. Un nuevo mamífero introducido en la Tierra del Fuego: el "peludo" *Chaetophractus villosus* (Mammalia, Dasypodidae) en Isla Grande: *Revista Chilena de Historia Natural*, **80**:285–294.
- POWELL, R. A. Y G. PROULX, **2003**. Trapping and marking terrestrial mammals for research: integrating ethics, performance criteria, techniques, and common sense. *Institute for Laboratory Animal Research Journal*, **44**:259–276.
- PYKE, G. H., **1984**. Optimal foraging theory: a critical review. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **15**:523–575.
- REDDY, M. V., **1984**. Seasonal fluctuation of different edaphic microarthropod population densities in relation to soil moisture and temperature in a pine, *Pinus kesiya* Royle plantation ecosystem. *International Journal Of Biometeorology*, **28**(1):55–59.
- REDFORD, K. H. **1985**. Food habits of armadillos (Xenarthra: Dasypodidae). En: (G.G. Montgomery, ed.) *The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas*, 429–437. Editorial del Instituto Smitsonian, Washington, Estados Unidos, 451 pp.
- REDFORD, K. H. Y J. F. EISENBERG, **1992**. *Mammals of the Neotropics*. Volume 2. The southern cone: Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay. Editorial Universidad de Chicago, Chicago, Estados Unidos.
- RENKONEN, O., **1938**. Statistisch-/Skologische Untersuchungen tiber die terrestische Kfiferwelt der finnischen Bruchmoore. *An Zool Soc Zool-Bot Fenn Vanamo*, **6**:1–231.
- RISSE, P. G.; J. R. KARR Y T. T. FORMAN, 1984. *Landscape Ecology: Directions and Approaches*. Publicación especial. Editorial *Natural History Survey*, Champaign, Illinois, Estados Unidos.
- ROIG, F. A., **1982**. Cuyo. En: *Conservación de la vegetación natural en la República Argentina*. Simposio de las XVIII Jornadas Argentinas de Botánica. Serie Conservación de la naturaleza, pp. 61–99. Editorial Fundación M. Lillo. Tucumán, Argentina.
- ROIG, F. A.; S. ROIG-JUÑENT Y V. CORBALÁN, **2009**. Biogeography of the Monte Desert. *Journal of Arid Environments*, **73**:164–172.
- ROIG, V. G., **1965**. Elenco sistemático de los mamíferos y aves de la provincia de Mendoza y notas sobre su distribución geográfica. *Boletín de estudios geográficos* **49**(12):175–221.
- ROIG, V. G., **1971**. Observaciones sobre la termorregulación en *Zaedyus pichiy*. *Acta Zoológica Lilloana*, **28**:13–18.
- ROIG, V. G., **1988**. Los estudios faunísticos de las regiones áridas y su contribución a las investigaciones arqueológicas (Distribuciones actuales e históricas de algunos mamíferos. *Xama*, **1**:17–42.

Seitz, V. P.

ROSSI, B. E. Y P. E. VILLAGRA, **2001**. Efecto de *Prosopis flexuosa* sobre los estratos arbustivo y herbáceo y las condiciones microambientales, pp. 77–83. En: (Claver, S. y S. Roig-Juñent, eds.): *El desierto del Monte: La Reserva de Biósfera de Nacuñán*. Editorial Triunfar, Córdoba, Argentina, 226 pp.

RUBÍ BIANCHI, A. Y S. CRAVERO, **2010**. Atlas climático digital de la República Argentina. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Buenos Aires, Argentina.

SALOMÓN, M.; N. D. SORIA Y R. FERNÁNDEZ, **2005a**. Segundo informe de avance escala local. Vegetación. Región Centro–Oeste, Sitio Piloto Mendoza, Proyecto LADA FAO. <http://www.cricyt.edu.ar/ladyot/lava_carto/informes/Vegetacion.pdf>

SALOMÓN, M.; N. D. SORIA Y R. FERNÁNDEZ, **2005b**. Segundo informe de avance escala local. Suelo. Región Centro–Oeste, Sitio Piloto Mendoza, Proyecto LADA FAO. <http://www.cricyt.edu.ar/ladyot/lava_carto/informes/Suelo_SIG.pdf>

SALOMÓN, M.; N. D. SORIA Y R. FERNÁNDEZ, **2005c**. Segundo informe de avance escala local. Paisaje. Región Centro–Oeste, Sitio Piloto Mendoza, Proyecto LADA FAO. <http://www.cricyt.edu.ar/ladyot/lava_carto/informes/Paisaje.pdf>

SCHOENER, T. W., **1971**. Theory of feeding strategies. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematic*, **2**:369–404.

SCHOENER, T. W., **1974**. Resource partitioning in ecological communities. *Science*, **185**:27–39.

SCHOENER, T. W., **1979**. Generality of the size–distance relation in models of optimal feeding. *American Naturalist*, **114**:902–914.

SECRETARÍA DE LA CONVENCION RAMSAR, **2006**. *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)*. Cuarta edición, Editorial de la Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza, 261 pp.

SEYMOUR, R. S. Y M. K. SEELY, **1996**. The respiratory environment of the Namib Desert golden mole. *Journal of Arid Environments*, **32**:453–461.

SIEGEL, S. Y N. J. CASTELLAN, 1988. *Non parametric statistics for the behavioral sciences*. Segunda Edición, Editorial McGraw-Hill, Nueva York, Nueva York, Estados Unidos, 399 pp.

SIMON, H. A., **1962**. The architecture of complexity. *Transactions of the American Philosophical Society*, **106**:467–482.

SOIBELZON, E.; G. DANIELE; J. NEGRETE; A. A. CARLINI Y S. PLISCHUK, **2007**. Annual diet of the little hairy armadillo, *Chaetophractus vellerosus* (Mammalia, Dasypodidae) in Buenos Aires Province, Argentina. *Journal of Mammalogy*, **88**:1319–1324.

SOIL SURVEY STAFF, **1996**. Soil Survey Laboratory methods manual, pp. 693–1036. En: *Soil Survey Investigations Rep. 42*, Version 2.0. Centro Nacional de monitoreo del Suelo, Servicio de Conservación del Suelo, Departamento de Agricultura, Lincoln, Nebraska, Estados Unidos.

SORIA, N. D.; M. C. RUBIO Y E. M. ABRAHAM, **2011**. Sitio piloto en la región Centro–Oeste. En: *Degradación de la Tierra en Zonas Áridas e Identificación de Prácticas de Manejo Sustentable de Tierras en la Argentina*. Editorial FAO/SADyS, Buenos Aires, Argentina.

SOSA, H., **2006**. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR): Lagunas de Guanacache, Desaguadero y del Bebedero. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland, Suiza, 22pp.

Bibliografía

- SQUARCIA, S. Y E. B. CASANAVE, **1999**. Discriminación entre las subespecies de *Zaedyus pichiy* (Mammalia, Dasypodidae) utilizando caracteres morfométricos craneanos. *Physis*, **57**(132–133):19–24.
- STEPHENS, D. W. Y J. R. KREBS, **1986**. *Foraging theory*. Editorial de la Universidad de Princeton, Princeton, Nueva Jersey, Estados Unidos.
- STEPHENS, D. W. Y J. R. KREBS, **1986**. Foraging theory. En: (Krebs, J. R. y T. Clutton–Brock, eds.) *Monographs in Behavior and Ecology*. Editorial de la Universidad de Princeton, Princeton, Nueva Jersey, Estados Unidos.
- STORRS, E. E., 1971. The nine–banded armadillo: a model for leprosy and other biomedical research. *International Journal of Leprosy*, **39**(3):703–714.
- SUPERINA, M., **2007**. *Natural history of the pichi (Zaedyus pichiy) in Mendoza Province, Argentina*. Tesis Doctoral publicada, Universidad de Nueva Orleans, Nueva Orleans, Luisiana, Estados Unidos, 156 pp.
- SUPERINA, M. Y P. BOILY, **2007**. Hibernation and daily torpor in an armadillo, the pichi (*Zaedyus pichiy*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, **148**(A):893–898.
- SUPERINA, M., **2008**. The natural history of the pichi, *Zaedyus pichiy*, in western Argentina, pp. 313–318. En: (Vizcaíno S. F. y W. J. Loughry, eds.) *Biology of the Xenarthra*. Editorial de la Universidad de Florida, Gainesville, Estados Unidos, 370 pp.
- SUPERINA, M.; F. MIRANDA Y T. PLESE, **2008**. Maintenance of Xenarthra in captivity, pp 232–243. En: (Vizcaíno S. F. y W. J. Loughry, eds.) *Biology of the Xenarthra*. Editorial de la Universidad de Florida, Gainesville, Estados Unidos, 370 pp.
- SUPERINA, M.; F. FERNÁNDEZ CAMPÓN; E. L. STEVANI Y R. CARRARA, **2009a**. Summer diet of the pichi *Zaedyus pichiy* (Xenarthra: Dasypodidae) in Mendoza Province, Argentina. *Journal of Arid Environments*, **73**:683–686.
- SUPERINA, M.; N. CARREÑO Y G. JAHN, **2009b**. Characterization of seasonal reproduction patterns in female pichis, *Zaedyus pichiy* (Xenarthra: Dasypodidae) estimated by fecal sex steroid metabolites and ovarian histology. *Animal Reproduction Science*, **116**:358–369.
- SUPERINA, M. Y G. JAHN, **2009**. Seasonal reproduction in male pichis *Zaedyus pichiy* (Xenarthra: Dasypodidae) estimated by fecal androgen metabolites and testicular histology. *Animal Reproduction Science*, **112**:283–292.
- SUPERINA, M. Y A. M. ABBA, **2010**. *Zaedyus pichiy*. En: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>
- SUPERINA, M. Y J. W. LOUGHRY, **2012**. Life on the Half–Shell: consequences of a carapace in the evolution of armadillos (Xenarthra: Cingulata). *Journal of Mammalian Evolution*, **19**:217–224.
- SUTHERLAND, W. J., **2006**. *Ecological Census Techniques: A Handbook*. Segunda Edición. Editorial de la Universidad de Cambridge, Reino Unido, 432 pp.
- SWIHART, R. K.; N. A. SLADE Y B. J. BERGSTROM, **1988**. Relating body size to the rate of home range use in mammals. *Ecology*, **63**: 393–399.
- TOBLER, W. R. **1970**. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Journal of Economic Geography*, **46**: 234–240.
- THOMAS, O., **1928**. Size differences in the little “Pichi” Armadillos. *Annals and Magazine of Natural History*, **10**(1):526–527.

Seitz, V. P.

TOGNELLI, M. F.; A. M. ABBA; B. BENDER Y V. P. SEITZ, **2011**. Assessing conservation priorities of xenarthrans in Argentina. *Biodiversity y Conservation*, **20**(1):141–151.

TORRES, L. Y G. PASTOR, **en prensa**. Tecnologías e saberes de terras secas: as aguadas do norte de Mendoza (Argentina) como sistemas tecnológicos para a reprodução social. *Ambiente & sociedade*.

TORRES, R. Y J. P. JAYAT, **2010**. Modelos predictivos de distribución para cuatro especies de mamíferos (Cingulata, Artiodactyla y Rodentia) típicas del Chaco en Argentina. *Mastozoología Neotropical*, **17**:335–352.

TURNER, M. G.; R. H. GARDNER Y R. V. O'NEILL (eds.), **2001**. *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*. Editorial Springer–Verlag, Nueva York, Nueva York, Estados Unidos, 401 pp.

UNEP, **1992**. Status of desertification and implementation of the United Nations plan of action to combat desertification. Programa ambiental de las Naciones Unidas, Nairobi, Kenya.

VAN HORNE, B. **1983**. Density as a misleading indicator of habitat quality. *Journal of Wildlife Management*, **47**:893–901.

VIDELA, F.; M. ROSI; S. PUIG Y M. CONA, **1997**. *Vertebrados de Mendoza y sus adaptaciones al ambiente árido*. Editorial Inca, Mendoza, Argentina.

VIZCAÍNO, S. F.; ABBA A. M. Y C. GARCÍA ESPONDA, **2006**. Magnorden Xenarthra, pp 46–56. *En*: (Bárquez, R. M.; M. M. Dias y R. A. Ojeda, eds.) *Los mamíferos de Argentina: sistemática y distribución*. Sociedad Argentina para el estudio de los Mamíferos (SAREM).

VIZCAÍNO, S. F. Y W. J. LOUGHRY **2008**. Xenarthrans biology. Past, present, and future, pp. 1–7. *En*: (Vizcaíno S. F. y W. J. Loughry, eds.) *Biology of the Xenarthra*. Editorial de la Universidad de Florida, Gainesville, Estados Unidos, 370 pp.

VOLTERRA, V. **1926**. Fluctuations in the abundance of a species considered mathematically. *Nature*, **118**:558–560.

WAGNER, L. S., **2011**. *Problemas Ambientales y Conflicto Social en Argentina: Movimientos socioambientales en Mendoza. La defensa del agua y el rechazo a la megaminería en los inicios del Siglo XXI*. Tesis Doctoral publicada en Edición electrónica gratuita, Universidad de Quilmes, Buenos Aires, Argentina. < www.eumed.net/tesis/2011/lsw/X.>

WEBER, T. P., **1998**. News from the realm of the ideal free distribution. *Trends in Ecology and Evolution*, **13**:89–90.

WETZEL, R. M., **1982**. Systematics, distribution, ecology and conservation of the South American Edentates, pp 345–375. *En*: (Mares, M. A. y H. H. Genoways, eds.) *Mammalian biology in South America*. Publicación especial del Laboratorio de Ecología de Pymatuning.

WETZEL, R. M., **1985a**. The identification and distribution of recent Xenarthra (=Edentata), pp 5–21. *En*: (G.G. Montgomery, ed.) *The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas*. Editorial del Instituto Smitsoniano, Washington, Estados Unidos, 451 pp.

WETZEL, R. M., **1985b**. Taxonomy and distribution of armadillos, Dasypodidae, pp. 23–46. *En*: (G.G. Montgomery, ed.) *The evolution and ecology of armadillos, sloths and vermilinguas*. Editorial del Instituto Smitsoniano, Washington, Estados Unidos, 451 pp.

WHITTAKER, R. H., **1956**. Vegetation of the Great Smoky Mountains. *Ecological Monograph*, **26**:1–80.

Bibliografía

- WHITFORD, W.G. **2002**. Ecology of desert systems. Editorial Académica de Londres, Londres Reino Unido. 343 pp.
- WIENS J.A. **1989**. Spatial scaling in ecology. *Functional Ecology*, **3**:385–397.
- WIENS, J. A., **1976**. Population responses to patchy environments. *Annual Review of Ecology and Systematics*, **7**:81–120.
- WILMSHURST, J. F.; J. M. FRYXELL Y R. J. HUDSON, **1995**. Forage quality and patch choice by wapiti (*Cervus elaphus*). *Behavioral Ecology*, **6**:209–217.
- WRIGLEY, N.; D. HOLT; D. G. STEEL Y M. TRANMER, **1996**. Spatial modelling and the ecological fallacy. En: (Longley, P. A. y M. Batty, eds.) *Spatial analysis: Modelling in a GIS environment*. Editorial GeolInformation International, Cambridge, Estados Unidos.
- WURSIG, B. Y T. A. JEFFERSON, **1990**. Methods of photo-identification for small cetaceans. *Reports of the International Whaling Commission (Special Issue)*, **12**:43–52.
- YEPES, J., **1928**. Los Edentata argentinos. *Revista Universitaria de Buenos Aires* **2(A)**:1–50.
- YOST, A. C.; S. PETERSEN; M. GREGG Y R. F. MILLER, **2008**. Predictive modeling and mapping sage-grouse (*Centrocercus urophasianus*) nesting habitat using Maximum Entropy and a long-term dataset from southeastern Oregon. *Ecological Informatics*, **3**:343–410.
- ZACCAGNINI, M. E.; J. DECARRE; A. GOIJMAN; R. SUÁREZ; L. SOLARI; R. DE CARLI; N. CALAMARI; J. BERNARDOS; J. L. PANIGATTI; D. VITTI; C. SALTO; S. LUISELLI; D. CARMONA Y M. CANEVARI, **2009**. Monitoreo ambiental rural. Primera Edición, Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina. CD ROM. <<http://cegae.unne.edu.ar/inta/4-glo.pdf>>
- ZAPATA, S. C.; A. TRAVAINI; P. FERRERAS Y M. DELIBES, **2007**. Analysis of trophic structure of two carnivore assemblages by means of guild identification. *European Journal of Wildlife Researches*, **53**:276–286.
- ZAR, J., **1984**. *Bioestatistical analysis*. Editorial Prentice-Hall, Nueva Jersey, Estados Unidos, 718 pp.

Anexo I

Condiciones Climáticas

ANEXO I. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Autores: Laboratorio de Ordenamiento Territorial SIGDesert, Seitz, Viviana P. (Gemaver) IADIZA

El presente anexo reúne la información climática proveniente de fuentes internacionales, nacionales y locales que han sido colectadas y compiladas en el laboratorio SIG Desert. La fuente internacional ha sido la base de datos climática global, que dispone de los datos climáticos de los últimos 50 años y está disponible en línea de modo abierto (www.worldclim.org). Las fuentes nacionales provienen del Atlas Climático de Argentina realizado por INTA Salta (Rubí y Cravero, 2010). Los datos climáticos recientes provienen de la Red Ambiental IADIZA, una base de datos nacional que combinan datos meteorológicos de numerosas fuentes (www.mendoza-conicet.gob.ar/ladyot/redamienta) (Figura I.1, Tabla I.1). Debido a la temporalidad de los análisis locales, se utilizaron sólo los datos meteorológicos de la estación El Mateo, incluida en el área de estudio local de la presente Tesis (Figura 6.1).

I. 1. Condiciones climáticas de escala regional

Las latitudes en donde se localiza Mendoza poseen particularidades del relieve y la circulación atmosférica general que determinan diferentes condiciones climáticas. Una forma de clasificar al clima fue propuesta por Köppen-Geiger (1900) y actualmente este método es conocido por su nombre. La clasificación de Köppen se basa en las relaciones entre la temperatura y la precipitación, sus variaciones estacionales y sus efectos sobre la vegetación natural. Según este criterio, Mendoza posee las características climáticas detalladas a continuación.

Tabla I. 1. Origen de los datos compilados en la Red Ambiental del IADIZA

- 1) Antigua red de estaciones meteorológicas del IADIZA
- 2) Actual red de estaciones meteorológicas del IADIZA
- 3) Servicio Meteorológico Nacional
- 4) Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo.

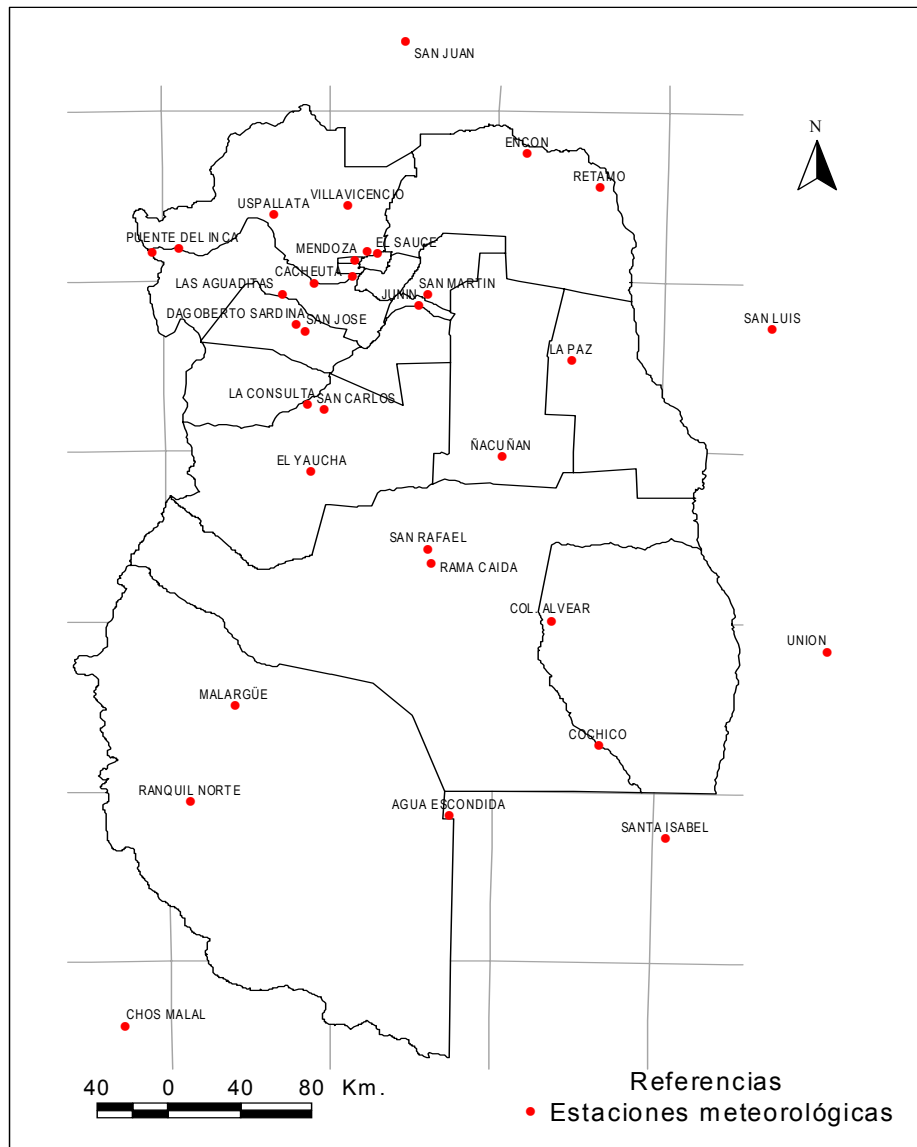


Figura 1.1. Red Ambiental del IADIZA y provincial compuesta por estaciones meteorológicas.

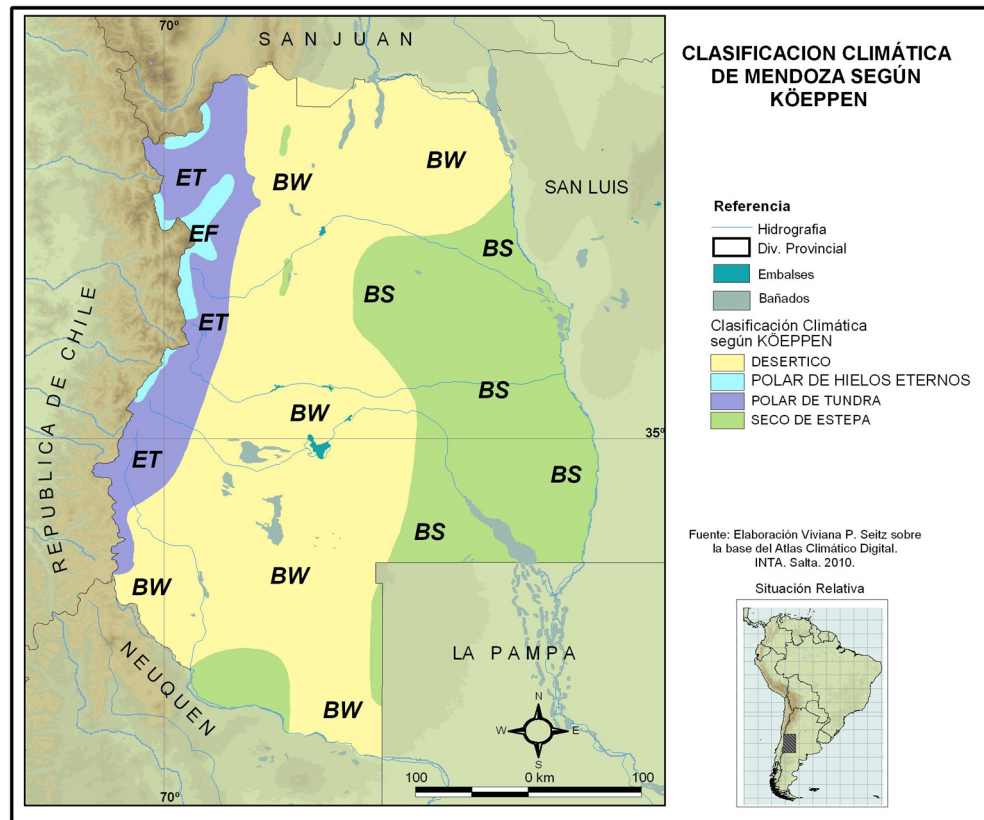


Figura I.2. Clasificación climática de Mendoza según el índice de Köppen Geiger

I. 2. Categorías climáticas presentes en Mendoza según Köppen

B- Climas secos

- **BS** seco de estepa
- **BW** desértico

E- Climas polares

- **ET** de tundra
- **EF** de hielos eternos

Los climas secos de estepa (**BS**) son conocidos como semidesiertos y se caracterizan por poseer precipitaciones de lluvias inferiores a los 400 mm anuales. La vegetación de una región semidesértica está compuesta normalmente de arbustos que pierden las hojas en los meses más secos y pasturas que también se secan en los períodos de estiaje.

La clase **BW** desértico reúne a los desiertos, regiones que poseen una precipitación inferior a los 200 mm anuales, bajo estas condiciones la vegetación es muy escasa o nula.

La clase **ET** de tundra posee una temperatura media del mes más cálido entre 0 y 10 °C, en los meses donde se superan los 0 °C emerge la vegetación, que se compone únicamente por hierbas estacionales.

La clase **EF** de hielos eternos posee una temperatura media del mes más cálido inferior a 0 °C, en estos lugares no existe vegetación.

I. 3. Mapa de Precipitaciones de Mendoza

La precipitación es uno de los parámetros más destacados para caracterizar el clima de una región. Las zonas de mayores lluvias en la provincia corresponden al Suroeste, junto a la región de alta montaña. En estas áreas las precipitaciones superan los 600 mm, las que ocurren en invierno suelen presentarse en forma de nieve. Debido al relieve, la zona del Sudoeste presenta un doble efecto de precipitaciones de invierno y tormentas de verano.

En contraste, el sector noreste de Mendoza registra una menor precipitación con valores que no superan los 150 mm, las cuales se concentran en el período estival (Figura I.3).

I.4. Mapa de temperaturas de Mendoza

La provincia presenta una marcada distribución de las temperaturas cuyo gradiente está en función del relieve. Los mayores valores se observan en el llano, con temperaturas máximas de 48 °C y medias próximas a los 18 °C. Las mínimas se registran en el sector Oeste y ocurren en la faja montañosa, con valores promedios que no superan los 5 °C.

La Figura I.4 muestra la distribución de la temperatura media anual para el territorio provincial. Se observa un gradiente desde el sector NE con los promedios más altos (18°C), al sector SO con valores más bajos (entre -5 a -15 °C).

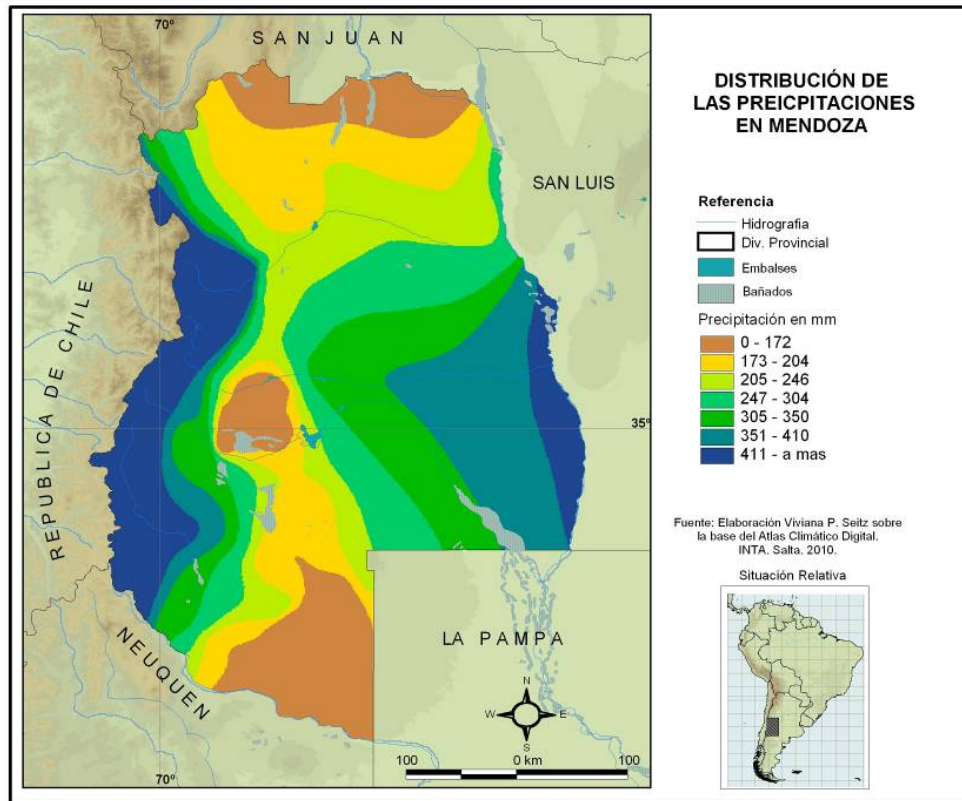


Figura I.3. Distribución de las precipitaciones promedios en Mendoza.

I.5. Climogramas

Los climogramas son gráficos que presentan los promedios climáticos y permiten establecer patrones de distribución de los parámetros analizados a lo largo de un período de tiempo dado, generalmente un año.

El climograma de la estación Encón ($32^{\circ} 15' 0,0''$ latitud S, $67^{\circ} 50'$ longitud O, Cota= 530 msnm) mostró que las temperaturas promedio tienen una marcada distribución estacional, con máximos en los meses estivales de enero (26°C) y mínimos en los invernales de julio (9°C) (Período 1971-1982, Figura I.5). Las precipitaciones tuvieron una alta concentración estacional en los meses estivales, siendo enero el mes con mayores lluvias; la precipitación media anual fue de 105 mm.

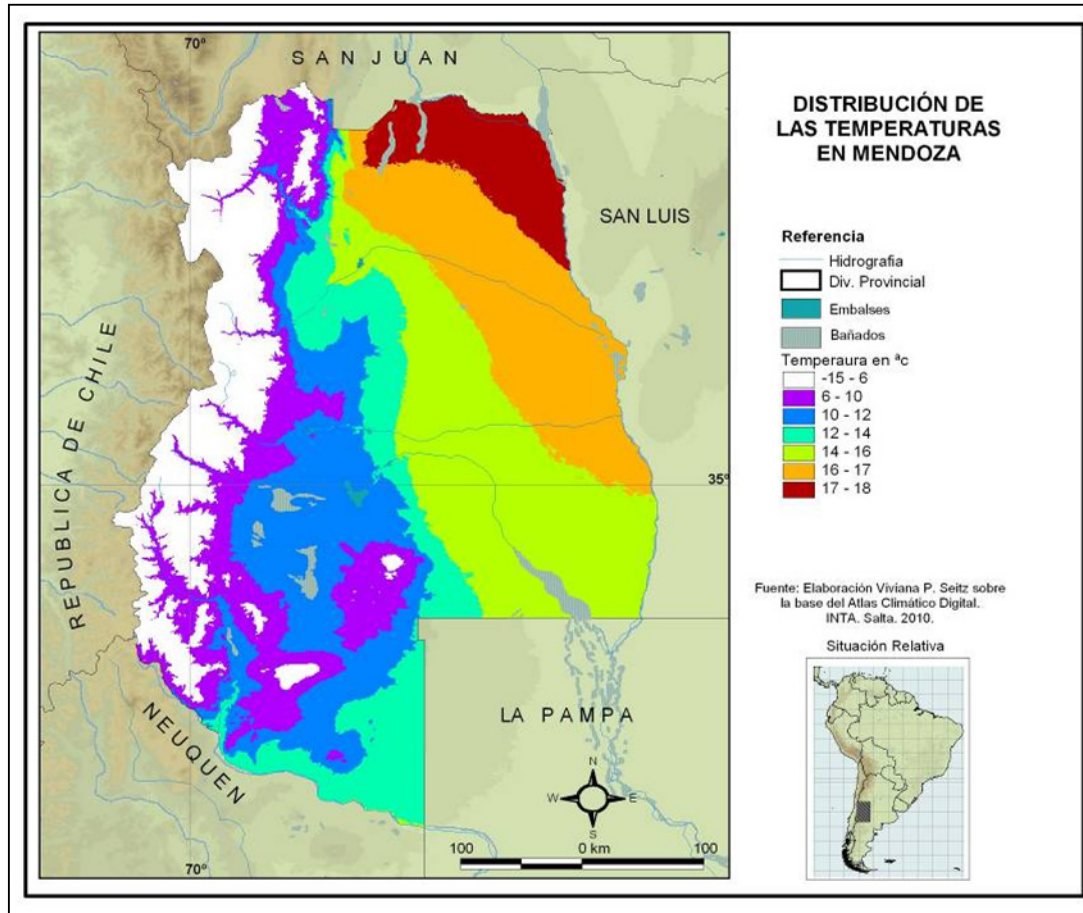


Figura I.4 Distribución de la temperatura media en Mendoza.

Para la estación El Retamo ($32^{\circ} 26' 58''$ latitud S; $67^{\circ} 24' 3''$ longitud O; Cota= 525 msnm) la temperatura tuvo un comportamiento estacional, los máximos se registraron en el mes de enero (27°C), y el mínimo durante junio (10°C) (Período 1971-1982, Figura I.6). La precipitación mostró una alta concentración estival, siendo marzo el más lluvioso, la precipitación media anual en esta estación fue de 81,2 mm.

La estación meteorológica El Mateo ($32^{\circ} 14' 31''$ latitud S; $67^{\circ} 41' 24''$ longitud O, cota: 512 msnm) se ubicó a escasos 12 km de la antigua estación Encón y registró datos desde setiembre de 2008 hasta la culminación del presente estudio. Las temperaturas presentaron un marcado comportamiento estacional, el máximo se registró en el enero (29°C) y el mínimo en julio (7°C). El promedio de precipitaciones fue de 134,8 mm durante diciembre (Figura I.7).

Anexo I. Condiciones climáticas

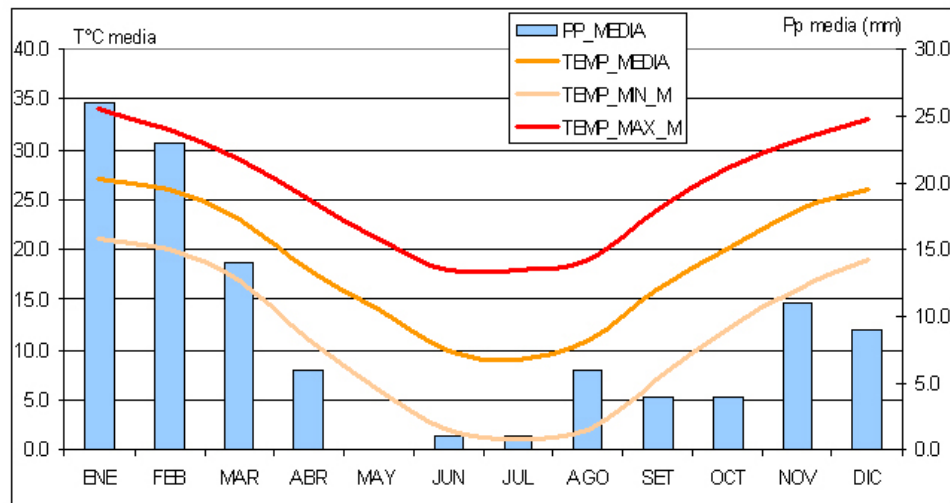


Figura I.5. Climograma realizado con valores de la estación meteorológica Encón.

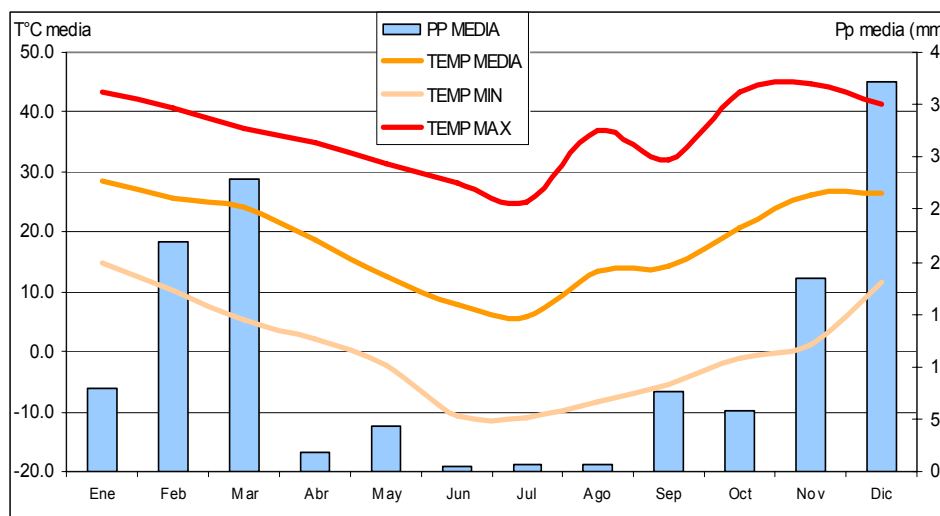


Figura I.6. Climograma realizado con valores de la estación meteorológica El Retamo.

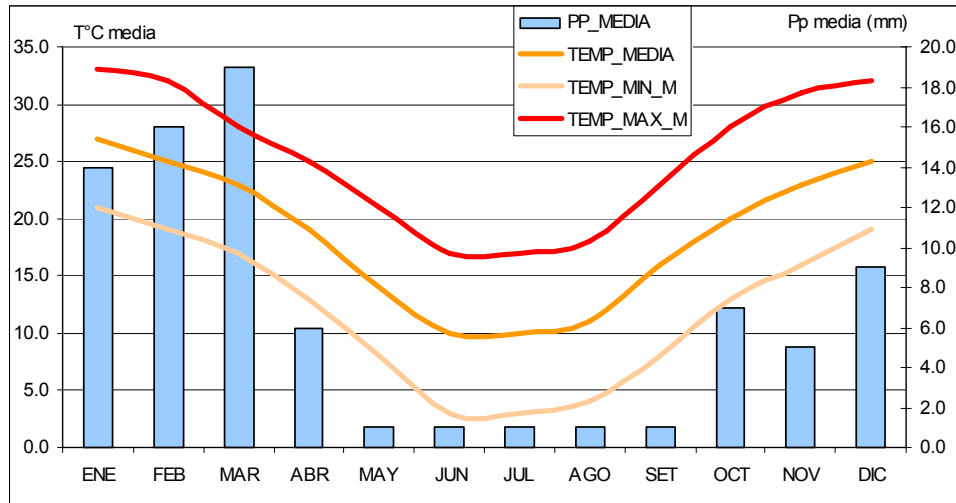


Figura I.7 Climograma realizado con valores de la estación meteorológica El Mateo.

I.6. Indicadores de aridez

I.6.1. Conceptos

Los datos registrados en la estación meteorológica El Mateo permitieron calcular los indicadores de aridez climáticos para el área de estudio. El índice de aridez (I_a) adoptado por la UNEP (1997) es la relación entre la precipitación anual (P_a) y la evapotranspiración (ET_0):

$$I_a = P_a / ET_0$$

La relación precipitación con evapotranspiración define 6 clases de aridez, definidas en la Tabla I.2.

Tabla I.2. Clases climáticas definidas según el índice de aridez.

Clases de aridez	Ratio P_a / ET
Hiperárido	<0,05
Árido	0,05 a 0,20
Semiárido	0,20 a 0,5
Subhúmedo seco	0,5 a 0,65
Subhúmedo húmedo	0,65 a 1,0
Húmedo	>1

Considerando que la aridez climática se representa en el terreno en múltiples facetas, el simple cociente P/ET puede que no represente el tipo y la intensidad de la aridez de un lugar. Por ello se incluyó complementariamente una evaluación del déficit (DH) y el excedente hídrico (EH).

$$DH = \sum_{1}^{12} (ET_0 - P)$$

$$EH = \sum_{1}^{12} (P - ET_0)$$

donde ET_0 es la evapotranspiración de referencia mensual (mm) y P_a es la precipitación mensual (mm).

Un aspecto climático de mayor relevancia aún para la conservación de un ecosistema es la estacionalidad de la temporada seca. Se incluyó un análisis de los periodos secos y húmedos dentro del año, para esto se considera que un mes es seco si cumple con:

$$ET_0/P_a < 0,05$$

La longitud del periodo seco corresponde al número de meses en el año que cumplen con esta condición.

El régimen de aridez (RA) o régimen hídrico se establece según la siguiente escala:

Tabla 1.3. Clases climáticas definidas según el el rango de aridez de un período anual.

Régimen de Aridez	Condiciones
Xérico	12 meses secos e $I_a < 0.05$
Hiper Árido	11 – 12 meses secos
Árido	9 – 10 meses secos
Semiárido	7 – 8 meses secos
Subhúmedo	5 – 6 meses secos
Húmedo	3 – 4 meses secos
Hiper Húmedo	1 – 3 meses secos
Hídrico	0 meses secos y $P_a < 2500$ mm
Hiper Hídrico	0 meses secos y $P_a > 2500$ mm

I.7. Resultados

El comportamiento de la variable índice de aridez (I_a) en relación al RA para la estación El Mateo indicó que la temporada 2009/2010 se estableció bajo condiciones semiáridas ($DH=7\text{ meses}<0,05$; Figura I.8)). Para el año 2010/2011 las condiciones correspondieron a la clase subhúmedo seco ($DH= 6\text{ meses}<0,05$; Figura I.9).

Estación Mateo	Déficit hídrico (DH)	Excedente hídrico (EH)
2009/10	7 (semiárido)	5
2010/2011	6 (subhúmedo seco)	6

Existieron tendencias generales con distribuciones estacionales marcadas entre las estaciones meteorológicas de la zona. Las variaciones se presentaron principalmente de la ocurrencia de las precipitaciones máximas durante los meses de verano, que variaron temporalmente de acuerdo a la ubicación espacial de la estación meteorológica.

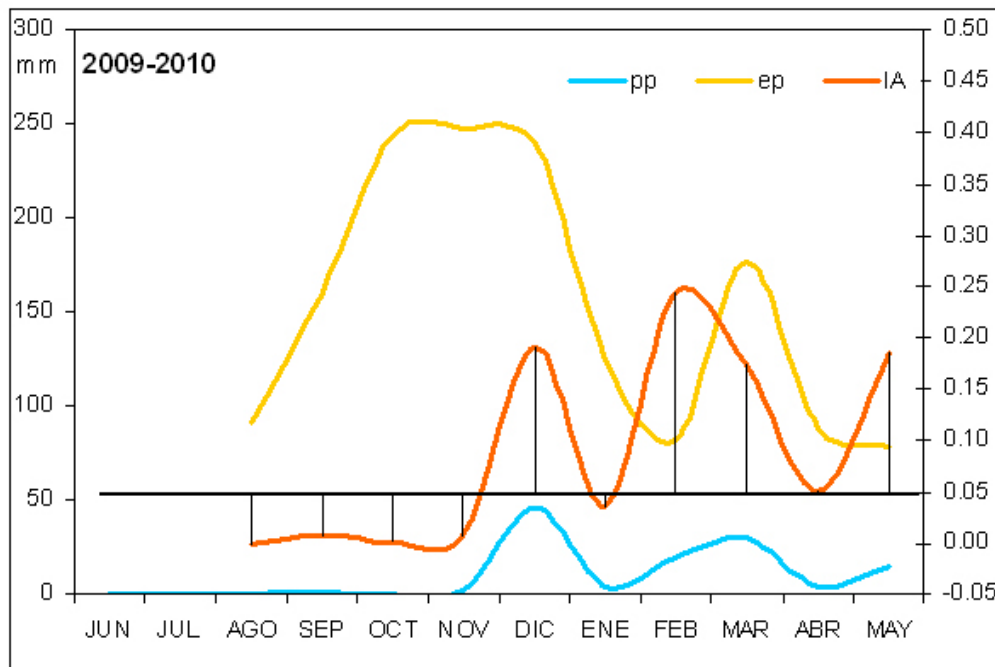


Figura I.8. Índice de aridez y régimen hídrico, período 2009/2010, estación El Mateo.

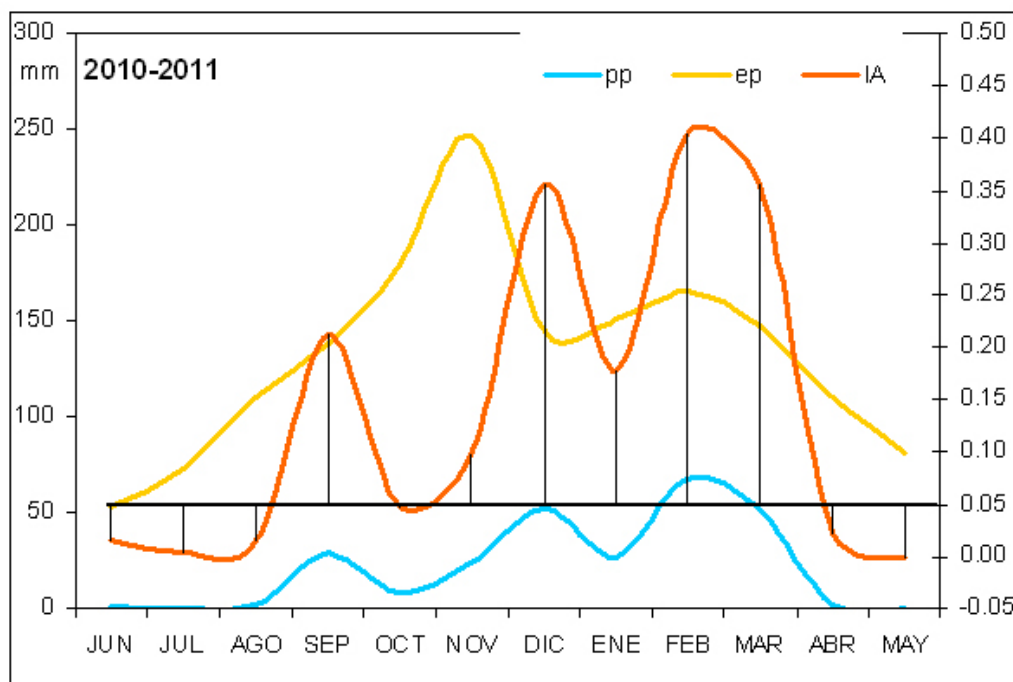


Figura I.9. Índice de aridez y régimen hídrico, período 2010/2011, estación El Mateo.

Datos (*) estación Encón, período 1971-1981

Mes	T°	T° máx.	T° mín.	T° máx. absoluta	T° mín. absoluta	Humedad relativa	Velocidad del viento	Precipitación	días de precipitaciones	Días con heladas	Evapotranspiración
1	27	34	21	41	11	46	13	26	5	0	201,9
2	26	32	20	40	3	51	12	23	4	0	166,6
3	23	29	17	38	5	56	11	14	3	0	160,7
4	18	25	11	36	-3	58	8	6	2	0	125,4
5	14	21	6	30	-4	62	6	0	1	3	104,5
6	10	18	2	25	-8	65	6	1	1	10	86,04
7	9	18	1	28	-9	61	6	1	1	14	86,5
8	11	19	2	31	-7	54	8	6	2	11	100,2
9	16	24	7	35	-4	49	10	4	1	2	122,4
10	20	28	12	38	1	46	12	4	1	0	155,6
11	24	31	16	40	3	43	12	11	2	0	175,9
12	26	33	19	42	7	46	13	9	4	0	198,8

Datos (*) estación El Mateo, período 2008-2011

Mes	T°	T° máx.	T° mín.	Ppitaciones Media	PP MEDIA	Evapotranspiración
1	28,4	43,2	14,8	32,0	8,0	276,3
2	25,5	40,7	10,1	87,8	22,0	248,6
3	24,1	37,3	5,3	111,8	28,0	325,1
4	18,5	34,8	2,2	7,0	1,8	198,7
5	12,5	31,4	-2,4	17,2	4,3	159,9
6	7,9	28,1	-10,7	1,8	0,5	124,6
7	5,9	24,9	-10,9	2,4	0,6	234,6
8	13,3	36,9	-8,5	2,8	0,7	287,1
9	14,3	32,0	-5,5	30,4	7,6	298,3
10	20,6	43,3	-1,0	23,4	5,9	423,2
11	26,1	44,8	1,3	74,0	18,5	512,6
12	26,4	41,2	11,8	148,4	37,1	384,3

*Los valores corresponden a los promedios aritméticos

Anexo II

Variables ambientales analizadas a escala local

ANEXO II VARIABLES AMBIENTALES DE ESCALA LOCAL

Autores: Seitz, Viviana (Gemaver) IADIZA y Laboratorio SIGDesert, Ladyot,

El presente Anexo recopila la información colectada en las parcelas de muestreo, su diseño de muestreo y categorización. Los diseños de muestreo se refieren a la vegetación muestreada y la microfauna recopilada mediante trampas de caída durante el período del presente estudio.

II.1. CATEGORIZACIÓN DE LAS VARIABLES AMBIENTALES

clases	Geoformas Río Viejo	Geoformas restantes
1	fondo del paleocauce	bajo
2	montículos	intermédano
3	contacto cauce-terrazza	filo médano
4	terrazza inferior	ladera
5	terrazza superior	pie
Índice SAVI (% de cobertura del suelo)		
clases	Rango	
1	0-10	
2	10-20	
3	20-30	
4	30-40	
5	40-50	
6	50-60	
7	60-70	
8	70-80	
9	80-90	
10	90-100	
Exposición cardinal (grados polares)		
clases	Rango	Punto cardinal
1	0-45	N
2	45-90	NE
3	90-135	E
4	135-180	SE

Anexo II. Variables ambientales locales

Exposición cardinal (grados polares)		
clases	Rango	Punto cardinal
5	180-225	S
6	225-270	SO
7	270-315	O
8	315-360	NO
Resistencia del suelo (mega Newton*cm ² de superficie)		
clases	Rango fuerza	Categoría
1	0-10	muy blando
2	10-20	blando
3	20-30	medio
4	30-40	duro
5	40-415	muy duro
Diversidad entomológica ($H' = -\sum p_i \log_2 p_i$)		
Clases	Rango H'	Categoría
1	0,00-0,42	muy baja
2	0,42-0,84	baja
3	0,84-1,26	moderada
4	1,26-1,68	alta
5	1,68-1,95	muy alta
Diversidad florística ($H' = -\sum p_i \log_2 p_i$)		
Clases	Índice H'	Categoría
1	0,00-1,42	muy baja
2	1,42-1,65	baja
3	1,65-1,86	moderada
4	1,86-2,08	alta
5	2,08-2,30	muy alta
Pendiente (metros de desnivel/100 m lineales)		
Clases	Rango	Categoría
1	0,00-1,16	muy baja
2	1,16-2,32	baja
3	2,32-3,48	moderada
4	3,48-4,64	alta
5	4,64-5,8	muy alta

Exposición solar (grados Azimut)		
Clases	Rango	Categoría
1	80-94	muy baja
2	94-108	baja
3	108-122	media
4	122-136	alta
5	136-150	muy alta

II.1. VEGETACIÓN

II.1.1. Materiales y Métodos

Se realizaron mediciones de vegetación sobre 56 puntos distribuidos entre las cuatro parcelas de muestreo, 22 de los cuales se realizaron en época estival y 34 en época invernal. En cada punto de muestreo se aplicaron dos transectas perpendiculares de 30 m de longitud, con orientaciones N-S y E-O. Este diseño de área hizo posible obtener datos coincidentes con el tamaño de píxel del modelo SAVI. En dichas transectas se aplicó el método *Point-Quadrat* modificado (Passera *et al.*, 1983); se utilizó una vara de 210 cm de altura subdividida en 7 segmentos de 30 cm, lo que permitió estratificar verticalmente el muestreo de las especies interceptadas por dicha vara. Un herbario de las especies vegetales halladas durante los muestreos facilitó su identificación, al compararlas con el material de la Colección Ruiz Leal (IADIZA, CONICET).

Se calculó el porcentaje de superficie sin vegetación como la sumatoria de los valores de suelo desnudo y mantillo, mientras que la cobertura de la vegetación equivalió a la suma de los puntos donde se encontró al menos una especie. Se clasificó la fisonomía vegetal de acuerdo a la relación porcentual entre los estratos herbáceo, arbustivo (superior e inferior) y arbóreo. La florística se analizó de acuerdo a la contribución específica de presencia (CEPi, frecuencia relativa de cada especie) y al índice de diversidad específica de Shannon-Wiener (Colwell & Futuyma 1971). Sobre estos resultados se diseñaron las curvas de abundancia de las especies registradas y la frecuencia de estratos registrada en cada punto de muestreo de vegetación.

II.1.2. Especies registradas

Las especies vegetales totales registradas a lo largo de todo el periodo de estudio se expresaron en la Tabla II.1, junto a sus respectivas alturas, categorizadas al estrato al que pertenezcan.

Las distribuciones de la vegetación de acuerdo a la época del año en los puntos de muestreo se adjuntan en las Figuras II.1. Para un mismo período húmedo anual (2011) el estrato herbáceo estuvo más representado en la parcela Río Viejo que en las restantes, ocupando en algunas transectas más de 33% de la cobertura vegetal. Por el contrario, la parcela Río Nuevo fue la que presentó menor proporción de hierbas, no superando en ninguna de las transectas el 7% de la cobertura, mientras que en las parcelas medanosas (María Luisa y Puesto Viejo) se observaron situaciones intermedias. En las parcelas ribereñas se presentaron las mayores representaciones del estrato arbóreo, principalmente *Prosopis flexuosa*, mientras que las mayores representaciones del estrato arbustivo superior se encontraron en las parcelas correspondientes al ambiente de médanos. El usillo (*Tricomaria usillo*) y la jarilla (*Larrea divaricata*) han sido los representantes más frecuentes de este último estrato. El estrato arbustivo inferior se encontró bien representado en todas las parcelas, y se expresó como dominante sobre todo en Río Nuevo. Dentro de las parcelas medanosas, la geoforma de montículos presentó predominio del estrato arbustivo superior, que en el sur (María Luisa) estuvo dominado por jarilla y usillo, mientras que hacia el norte (Puesto Viejo) dominó el llaullín (PVT02). Este estrato estuvo acompañado por algarrobos, presentes como renovales polifustales e individuos de porte arbóreo. Los sectores de inundación y aledaños a los fondos (MLT05, PVT04, PVT01) fueron los más escasamente cubiertos (21%, 38%, 44,5%), dominados por especies halófitas por excelencia como *Atriplex* sp., acompañada por el usillo y/o renovales de alpataco, de diversidad H' : 1,86, 1,77 y 1,78.

Tabla II.1. Especies vegetales registradas en las transectas que se realizaron en las parcelas de muestreo entre Septiembre de 2009 y Abril de 2011

Estrato	Nombre científico	Nombre vernáculo
herbáceo	<i>Aristida mendocina</i>	Flechilla
	<i>Trichloris crinita</i>	Pasto de hoja
	<i>Lycium chilensis</i>	Llaullín
	<i>Muhlenbergia asperifolia</i>	Pasto liendre
	<i>Portulaca grandiflora</i>	Uña de gato
	<i>Pappophorum philippianum</i>	Pasto amargo
	<i>Bouteloua gracilis</i>	Pasto cejita
	<i>Ibicella lutea</i>	Cuerno del diablo
	<i>Cortesia cuneifolia</i>	Campa
	<i>Paspalum dilatatum</i>	Pasto perro
	<i>Sporobolus rigens</i>	Junquillo
arbustivo inferior	<i>Atriplex lampa</i>	Zampa
	<i>Suaeda divaricata</i>	Vidriera
	<i>Psila spartioides</i>	Pichana
	<i>Plectrocarpa tetracantha</i>	Mancapotrillo
	<i>Lycium gilliesianum</i>	Llaullín espinudo
	<i>Atriplex undulata</i>	Zampilla
	<i>Grahamia bracteata</i>	Vinagrillo
	<i>Cassia aphylla</i>	Pichanilla
	<i>Baccharis salicifolia</i>	Chilca
arbustivo superior	<i>Tricomaria usillo</i>	Usillo
	<i>Cercidium australe</i>	Chañar brea
	<i>Larrea divaricata</i>	Jarilla
	<i>Capparis atamisquea</i>	Atamisque
	<i>Allenrolfea vaginata</i>	Jume
	<i>Bulnesia Retama</i>	Retama
arbóreo	<i>Prosopis flexuosa</i>	Algarrobo
	<i>Prosopis alpataco</i>	Alpataco
	<i>Geoffroea decorticans</i>	Chañar

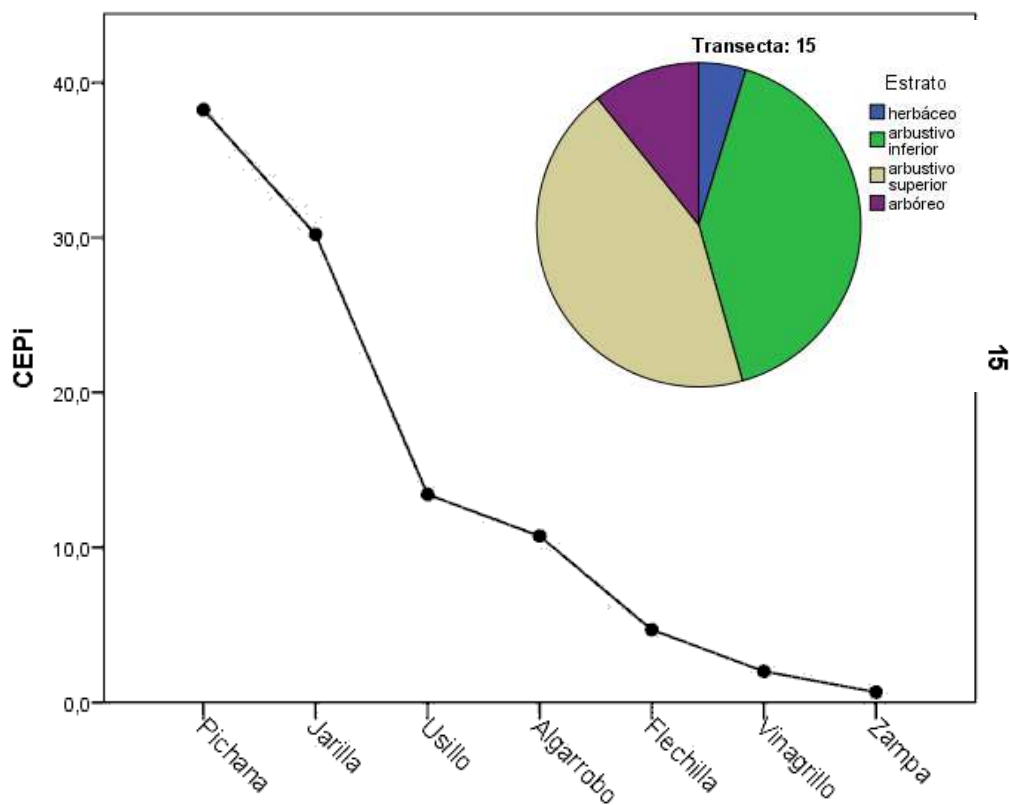
Anexo II. Variables ambientales locales

Las secciones de los médanos propiamente (pie de médano, laderas y filo) presentaron una cobertura vegetal de 50 a 60% (MLT01, MLT06, PVT05, PVT06), dominadas por un estrato arbustivo superior de jarillas, un estrato inferior de pichana o llaullín y un estrato arbóreo de algarrobos en el Sur y retamas en el Norte, con índices de diversidad H' 1,67; 2,04; 1,83 y 1,7. Dentro del sector de inundación de la parcela María Luisa se encontró el punto más bajo (MLT03), un parche claramente dominado por chañares de porte arbóreo, acompañados por un estrato inferior diverso (H' : 2,08).

Dentro de las parcelas ribereñas se presentaron geoformas y relieves diferentes, con algunas características similares en la flora: ambas parcelas presentaron un estrato arbóreo bien representado, con individuos de porte arbóreo que alcanzaron 5 m de altura, entre los que predominaron la vidriera y el vinagrillo, especies halófitas de morfología muy similar. La parcela Río Viejo difirió de Río Nuevo por su alta diversidad vegetal, tanto dentro del estrato arbustivo como del herbáceo, además de tener en general una mayor cobertura. En Río Nuevo se observó un estrato arbustivo superior escaso, y los pastos representan menos del 7% de la cobertura vegetal, hallándose en su totalidad ramoneados. Además, se constató que un tercio de los algarrobos que conforman el bosque en galería del actual río San Juan constituían árboles muertos en pie.

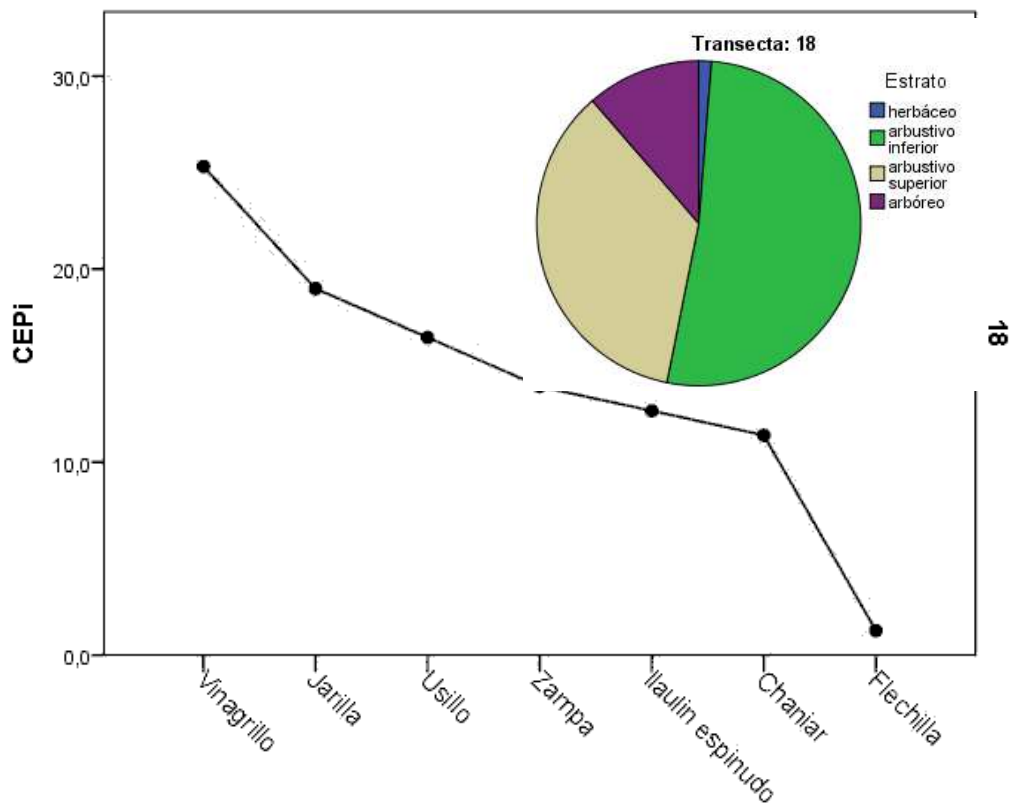
Figura II.1. Distribuciones de la vegetación de acuerdo a la época del año en los puntos de muestreo.

Parcela Maria Luisa
Punto de muestreo MLT01
Estación Otoño
Epoca Invernal
Mes 4
Año 2010



% Cobertura 52,5
Indice Shannon 1,49
Fructificación ☒

Punto de muestreo MLT02
Estación Otoño
Epoca Invernal
Mes 4
Año 2010



% Cobertura 35,5
Indice Shannon 1,8
Fructificación ☒

Parcela Maria Luisa

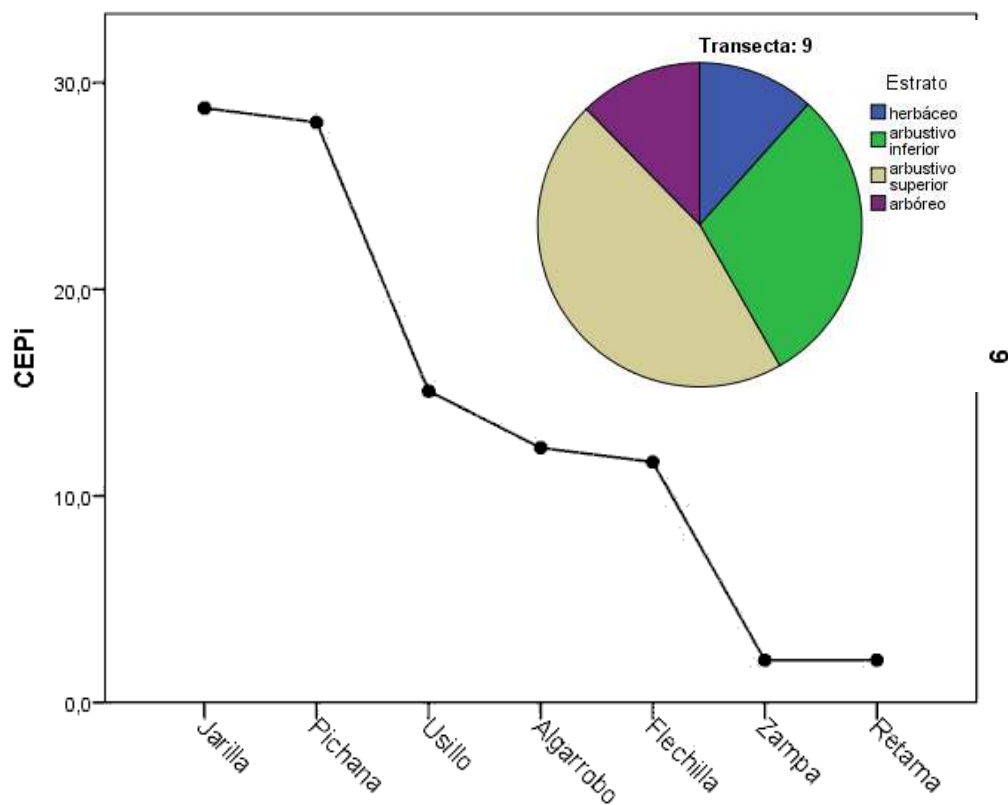
Punto de muestreo MLT02

Estación Primavera

Mes 11

Epoca Estival

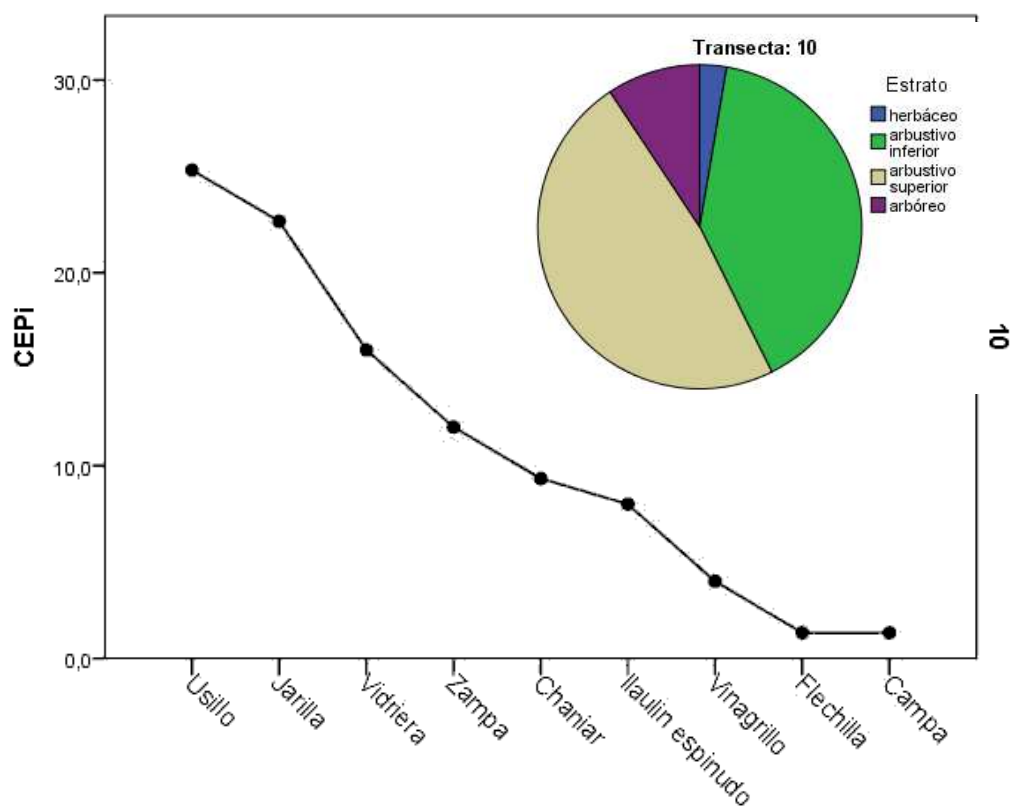
Año 2009



% Cobertura 62

Indice Shannon 1,67

Fructificación ☐



% Cobertura 30,5

Indice Shannon 1,9

Fructificación ☐

Punto de muestreo MLT03

Estación Otoño

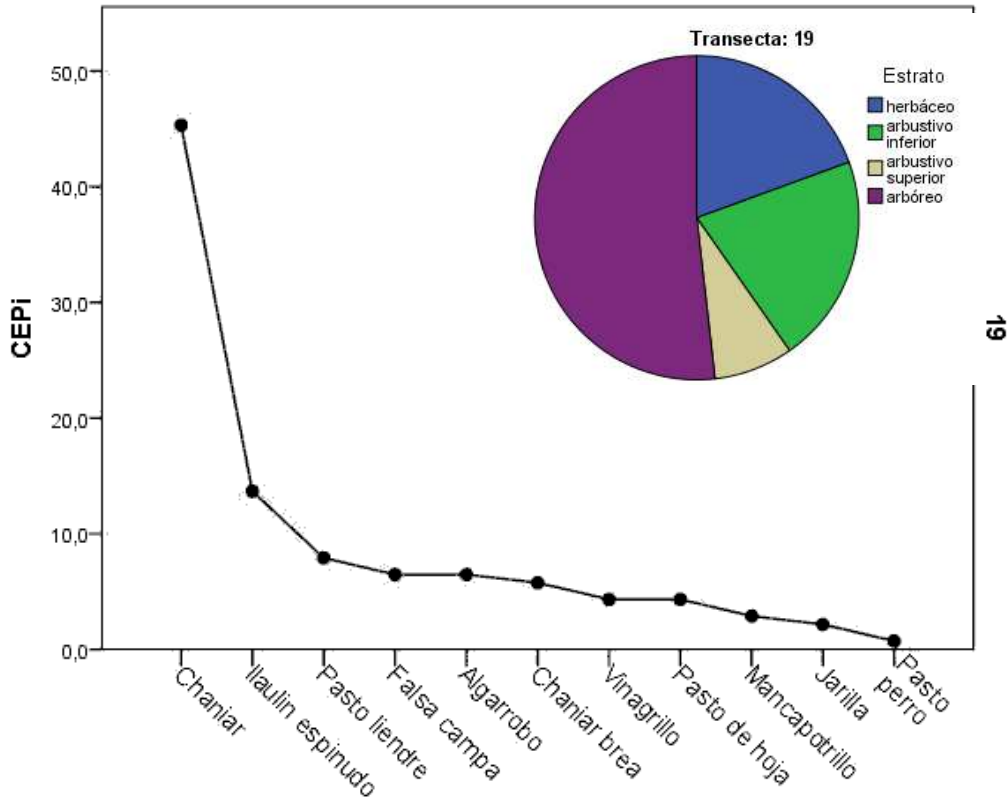
Mes 4

Epoca Invernal

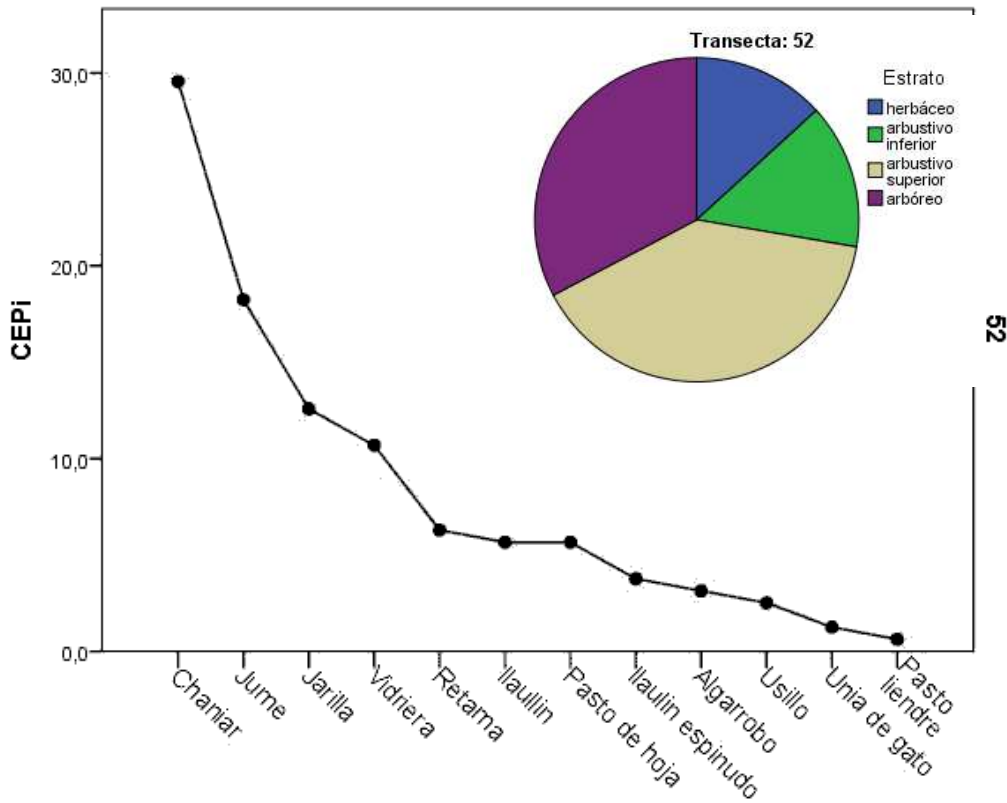
Año 2010

Parcela Maria Luisa
Punto de muestreo MLT03
Estación Otoño
Mes 4

Epoca Invernal
Año 2010



% Cobertura 59
Indice Shannon 1,84
Fructificación ☒



% Cobertura 55
Indice Shannon 2,08
Fructificación ☒

Estación Primavera
Mes 11

Epoca Estival
Año 2009

Parcela Maria Luisa

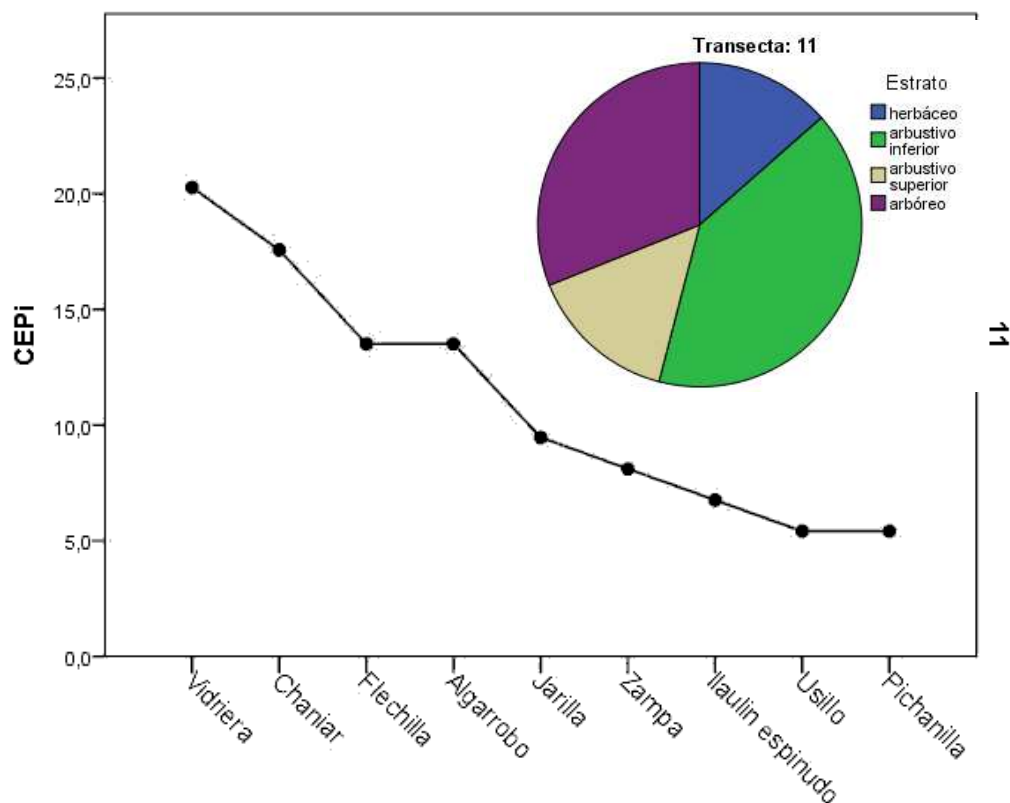
Punto de muestreo MLT03

Estación Primavera

Mes 11

Año 2009

Epoca Estival



% Cobertura 28,5

Indice Shannon 2,09

Fructificación ☐

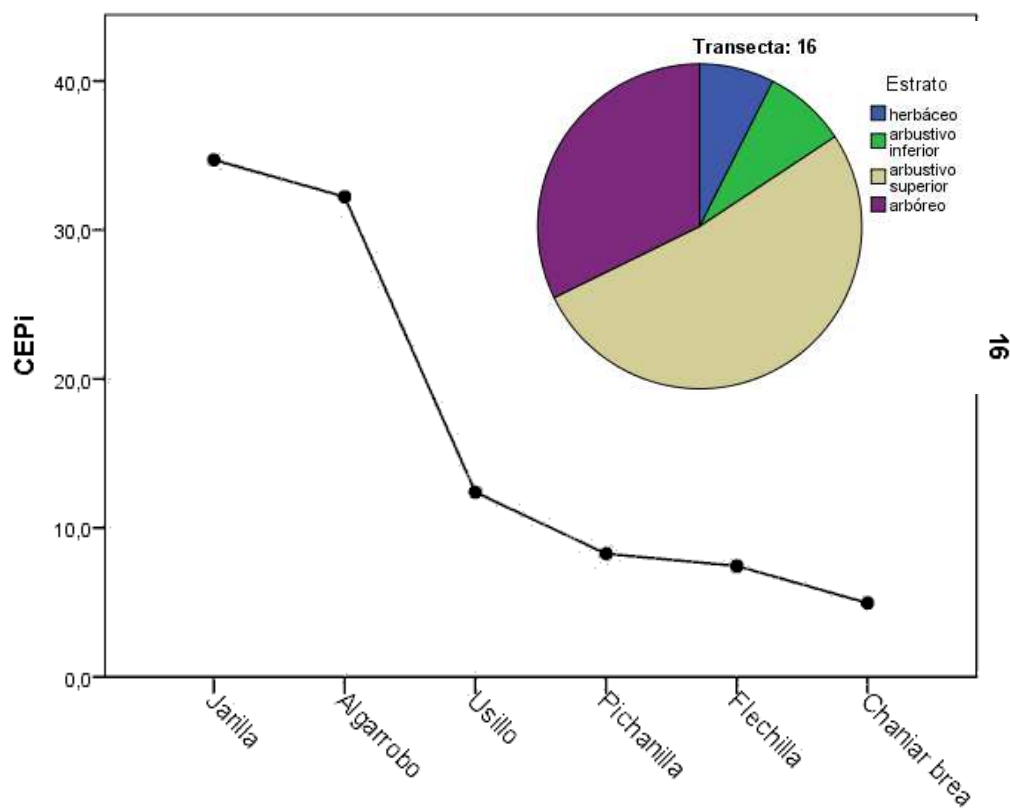
Punto de muestreo MLT04

Estación Otoño

Mes 4

Año 2010

Epoca Invernal



% Cobertura 48,5

Indice Shannon 1,54

Fructificación ☒

Parcela Maria Luisa

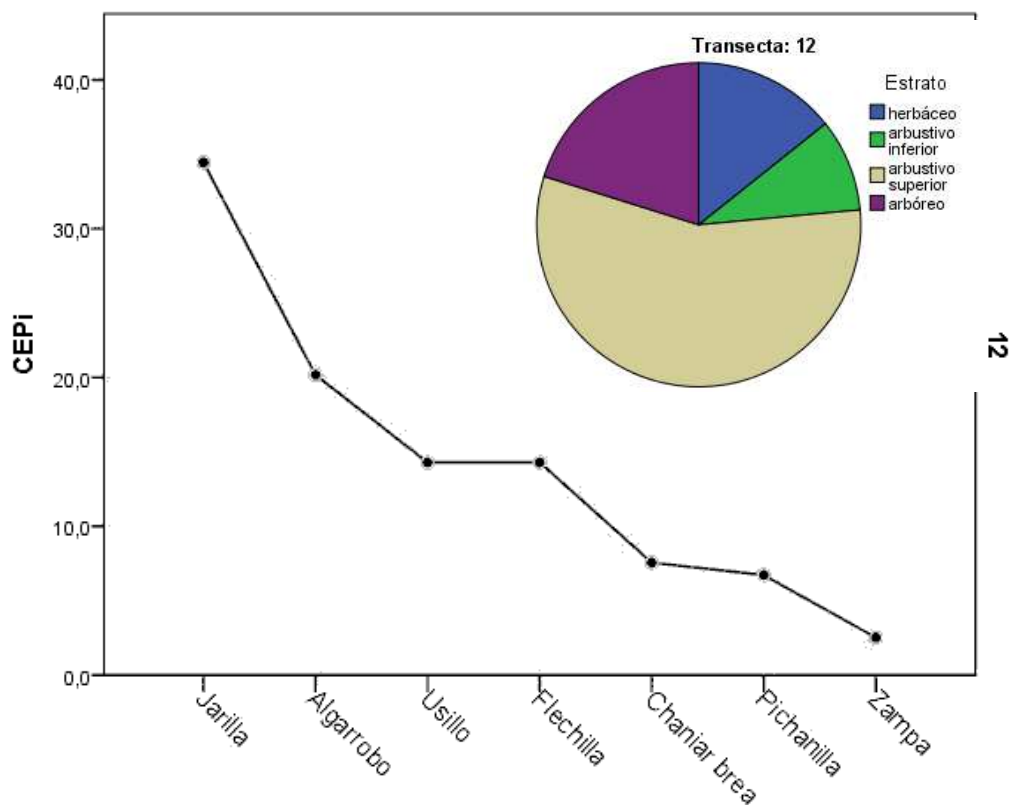
Punto de muestreo MLT04

Estación Primavera

Mes 11

Año 2009

Epoca Estival



% Cobertura 47,5

Indice Shannon 1,72

Fructificación ☐

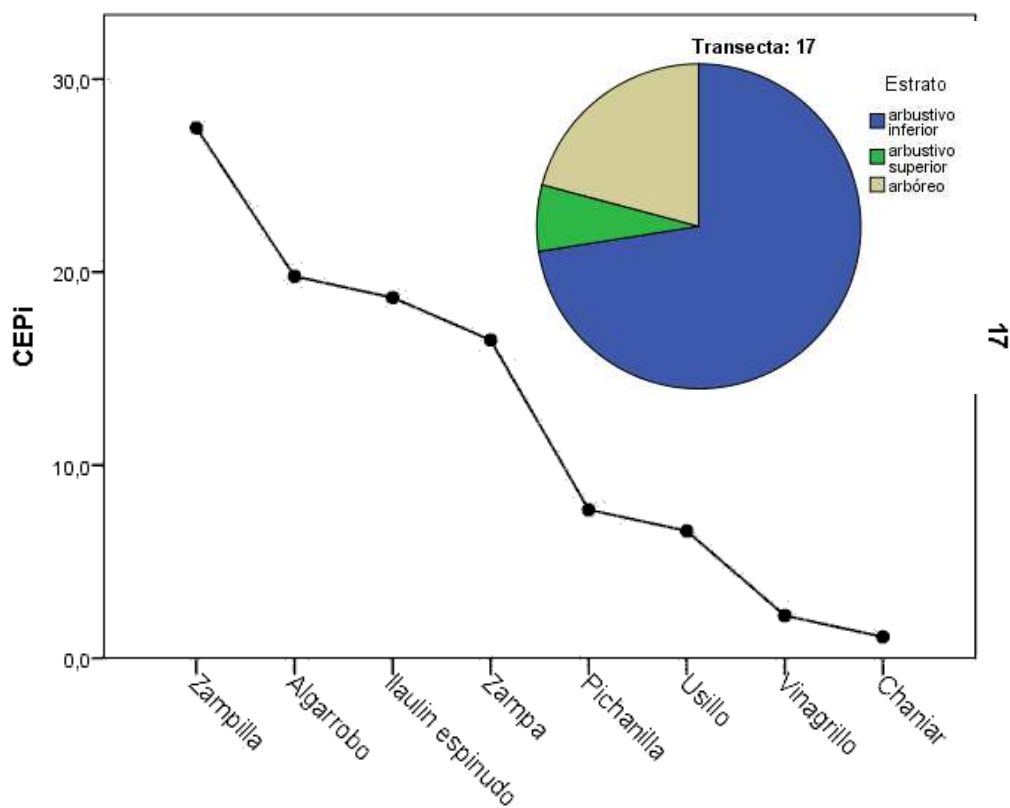
Punto de muestreo MLT05

Estación Otoño

Mes 4

Año 2010

Epoca Invernal



% Cobertura 32

Indice Shannon 1,8

Fructificación ☒

Parcela Maria Luisa

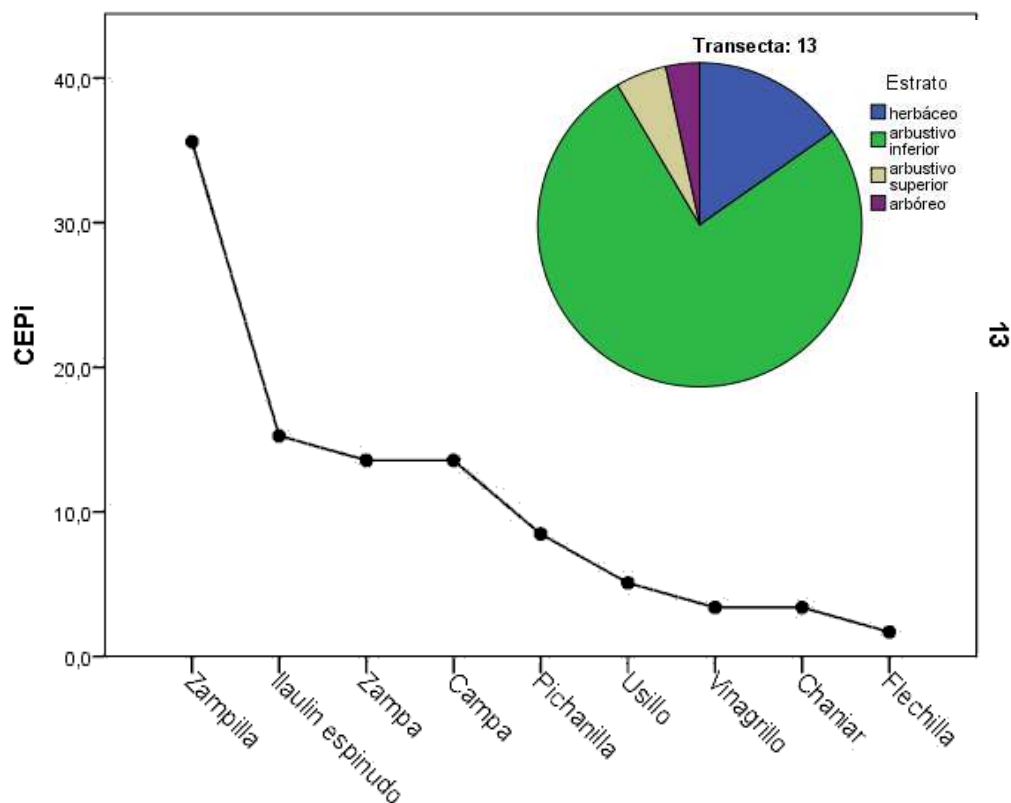
Punto de muestreo MLT05

Estación Primavera

Mes 11

Epoca Estival

Año 2009



% Cobertura 21

Indice Shannon 1,86

Fructificación ☐

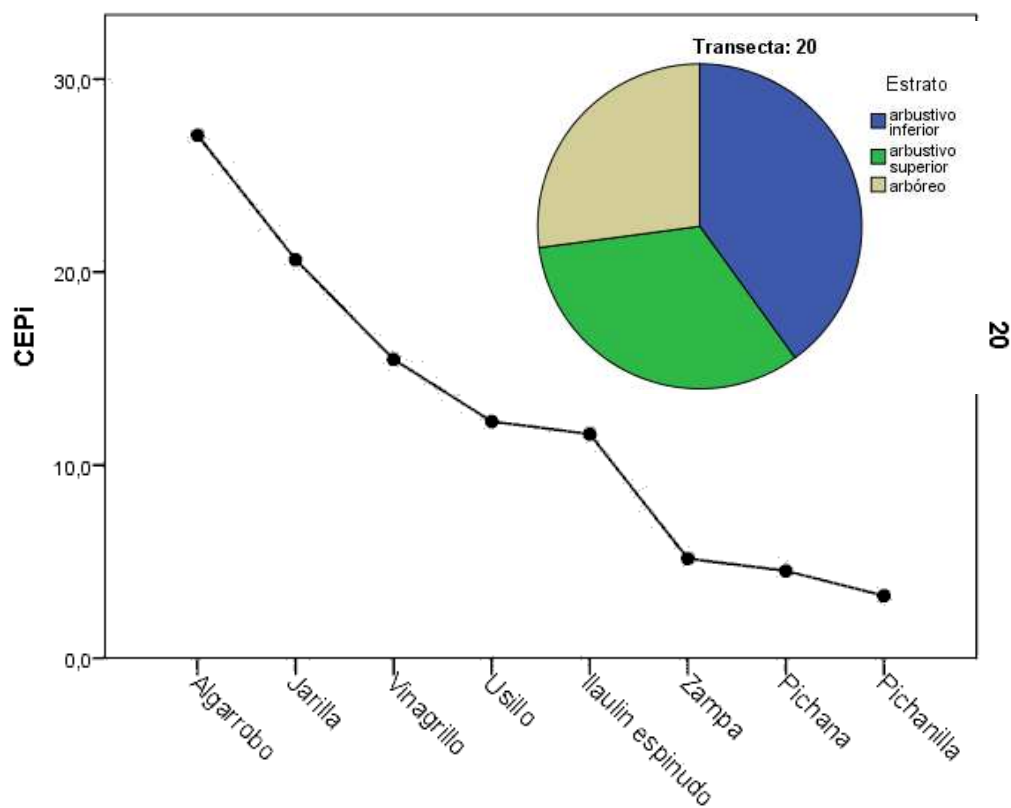
Punto de muestreo MLT06

Estación Otoño

Mes 4

Epoca Invernal

Año 2010



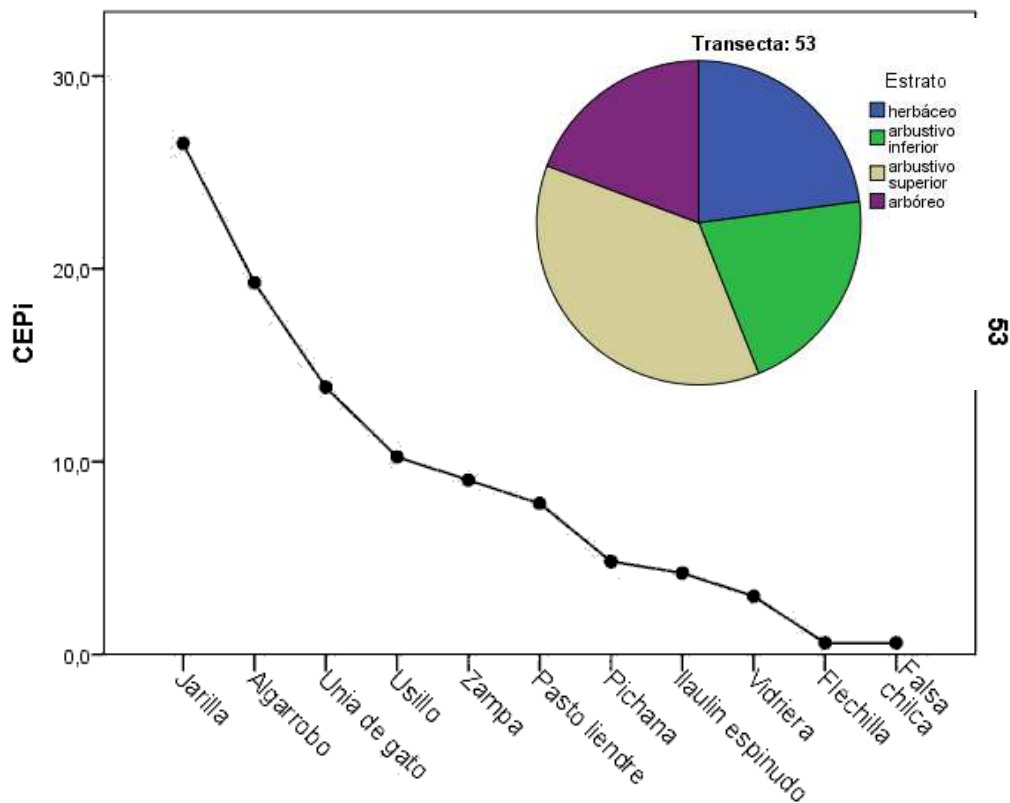
% Cobertura 63,5

Indice Shannon 1,88

Fructificación ☒

Parcela Maria Luisa
Punto de muestreo MLT06
Estación Otoño
Mes 4

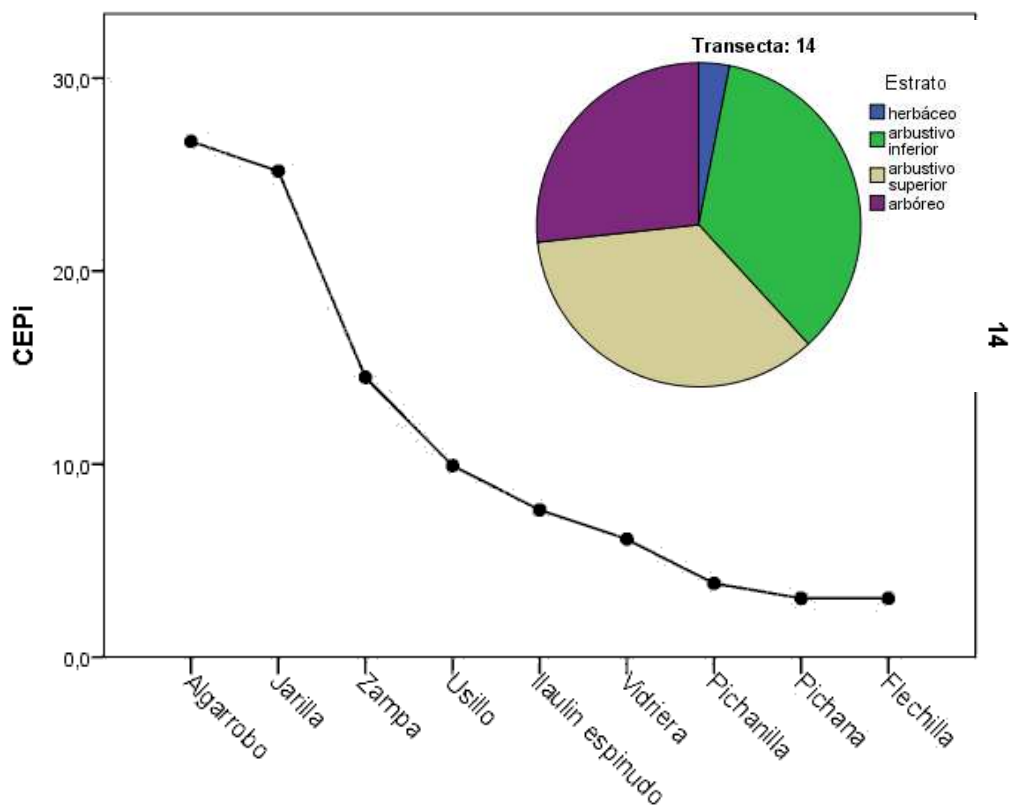
Epoca Invernal
Año 2010



% Cobertura 53,5
Indice Shannon 2,04
Fructificación ☒

Estación Primavera
Mes 11

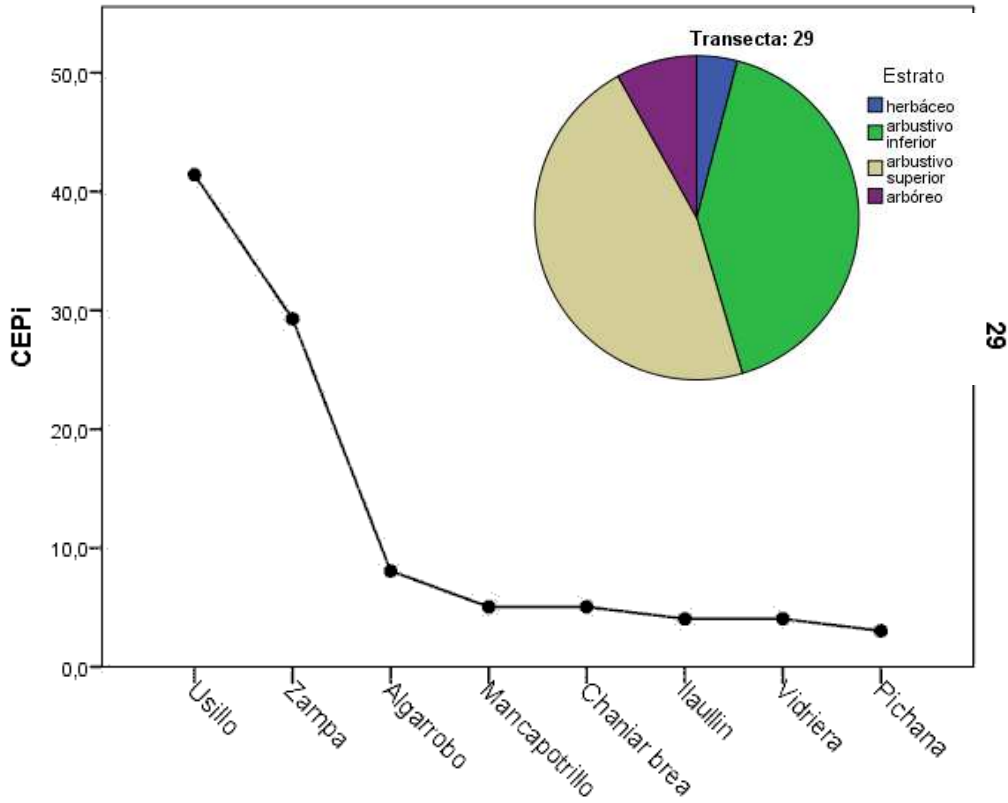
Epoca Estival
Año 2009



% Cobertura 51
Indice Shannon 1,91
Fructificación ☐

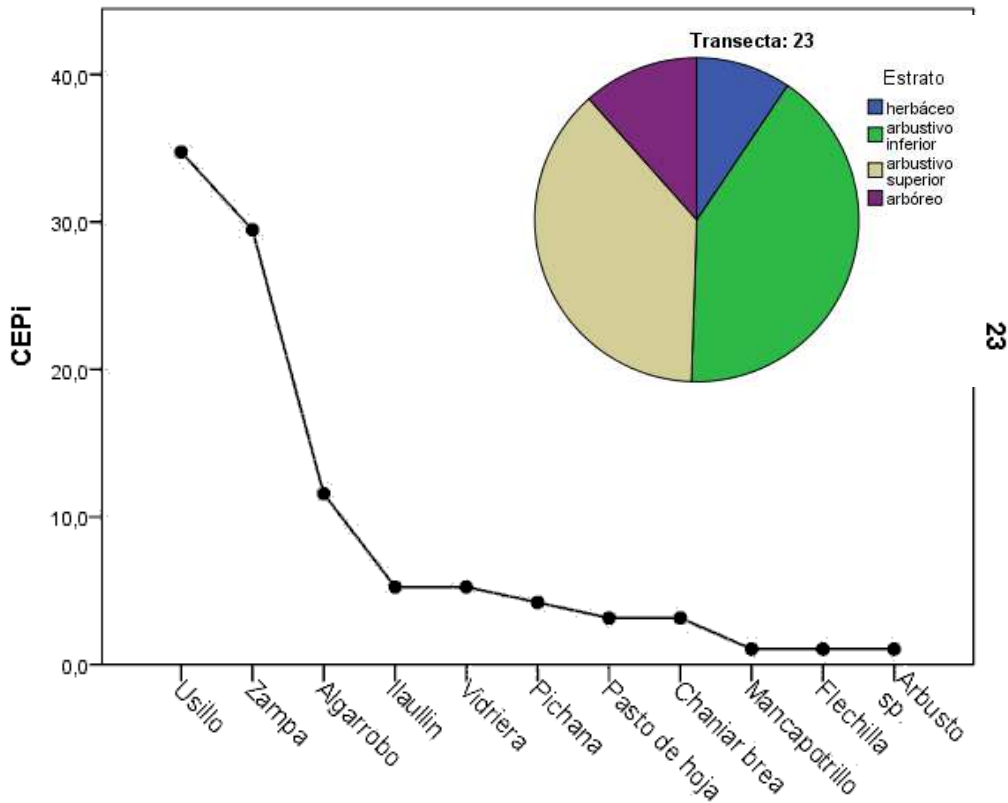
Parcela Puesto Viejo

Parcela Puesto Viejo
Punto de muestreo PVT01
Estación Invierno
Mes 8
Epoca Invernal
Año 2010



% Cobertura 46
Indice Shannon 1,59
Fructificación ☐

Estación Otoño
Mes 5
Epoca Invernal
Año 2010

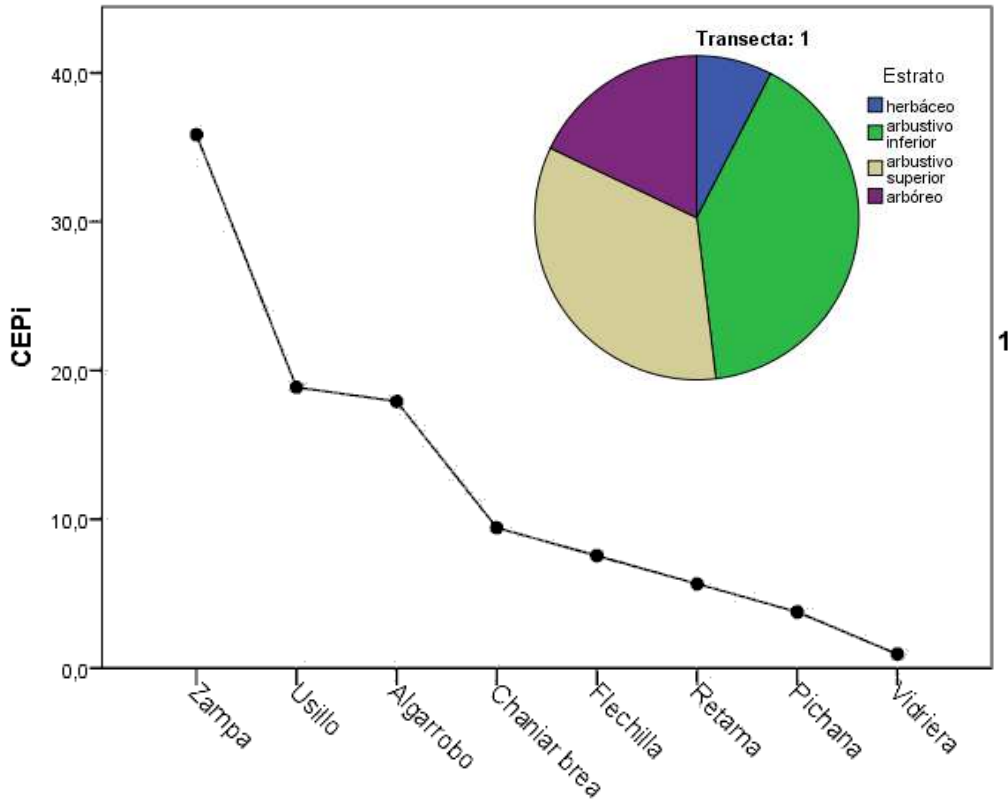


% Cobertura 44,5
Indice Shannon 1,78
Fructificación ☐

Estación Primavera
Epoca Estival

Parcela Puesto Viejo
Punto de muestreo PVT01
Estación Primavera
Mes 10

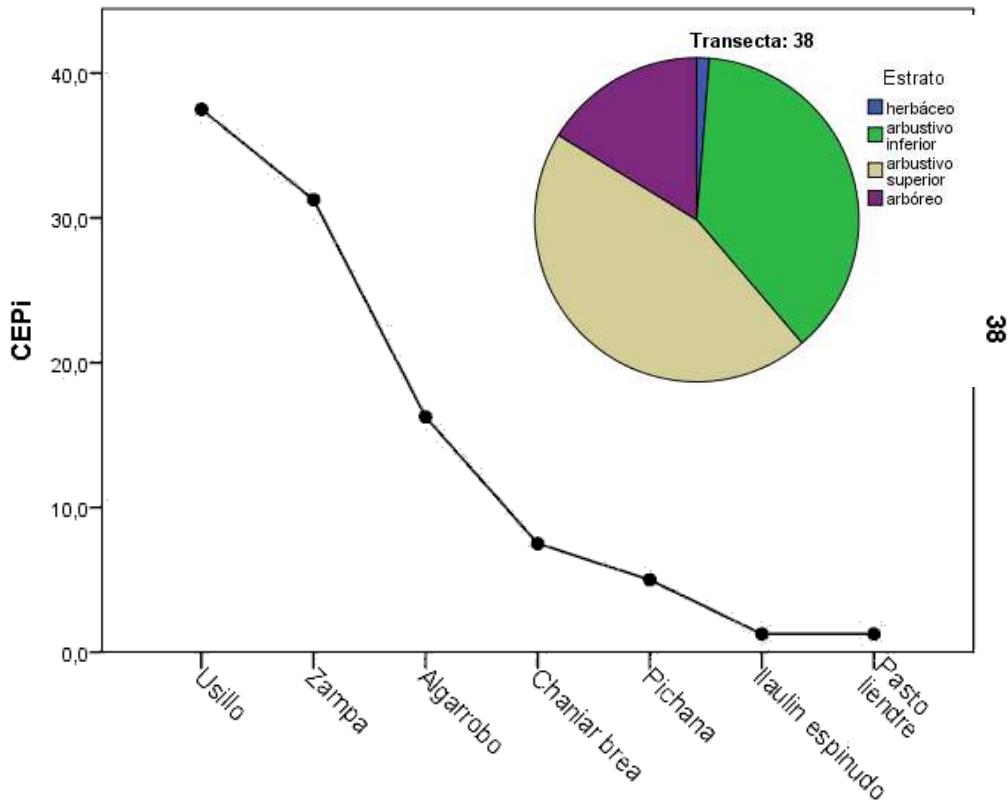
Epoca Estival
Año 2009



% Cobertura 43
Indice Shannon 1,74
Fructificación ☐

Estación Verano
Mes 3

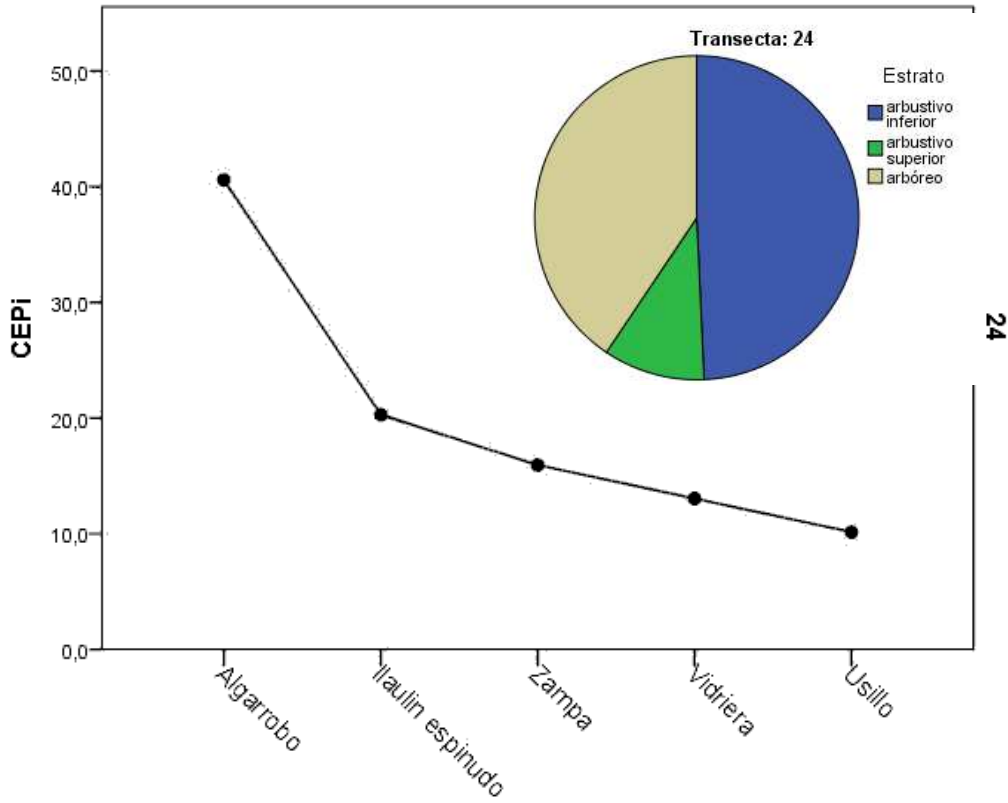
Epoca Estival
Año 2011



% Cobertura 34,25
Indice Shannon 1,48
Fructificación ☒

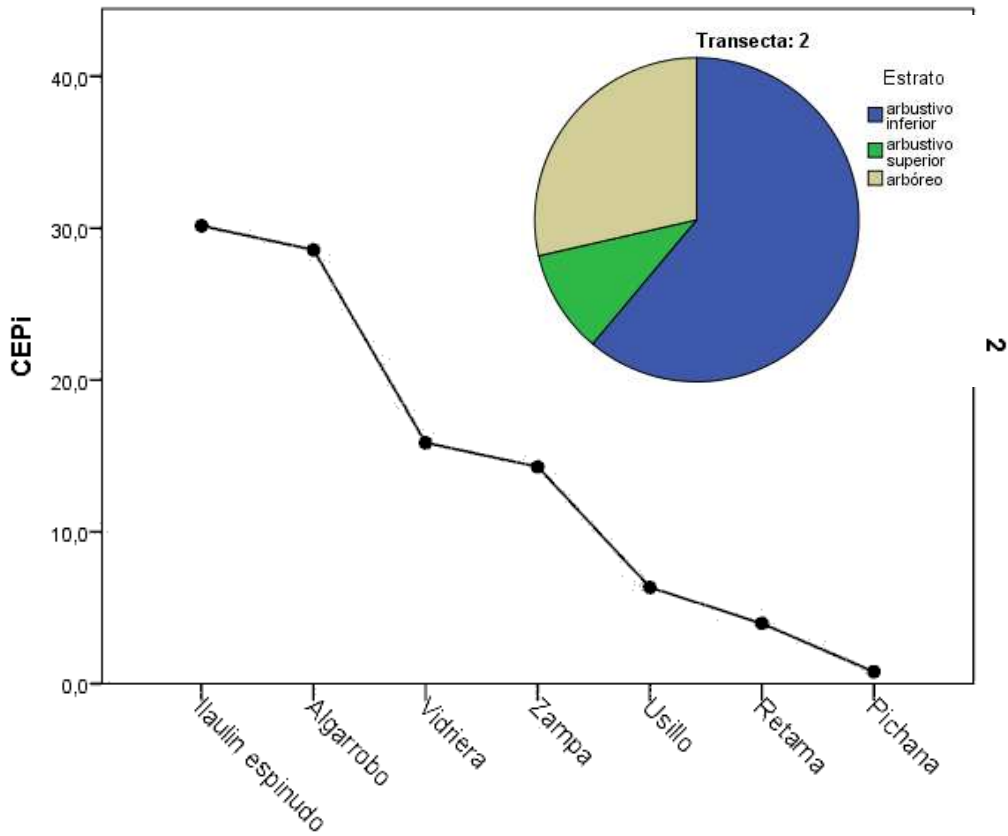
Punto de muestreo PVT02

Parcela Puesto Viejo
Punto de muestreo PVT02
Estación Otoño
Epoca Invernal
Mes 5
Año 2010



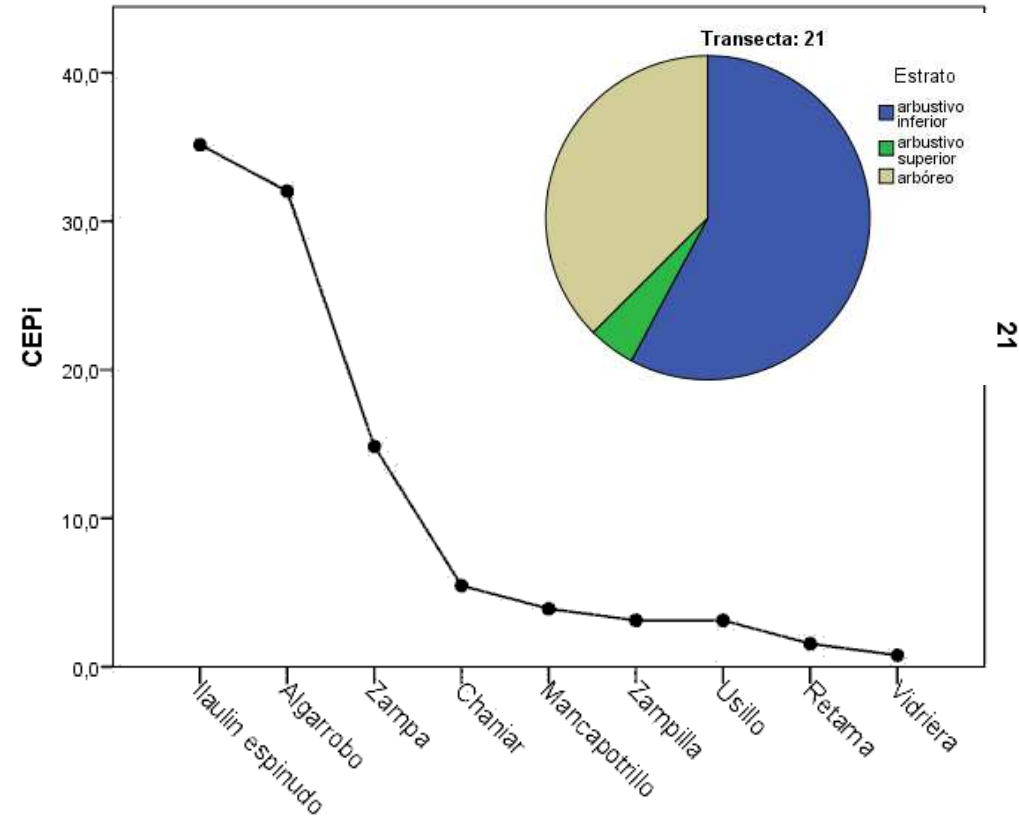
% Cobertura 96
Indice Shannon 1,48
Fructificación ☐

Estación Primavera
Epoca Estival
Mes 10
Año 2009



% Cobertura 56
Indice Shannon 1,63
Fructificación ☐

Punto de muestreo PVT03



% Cobertura

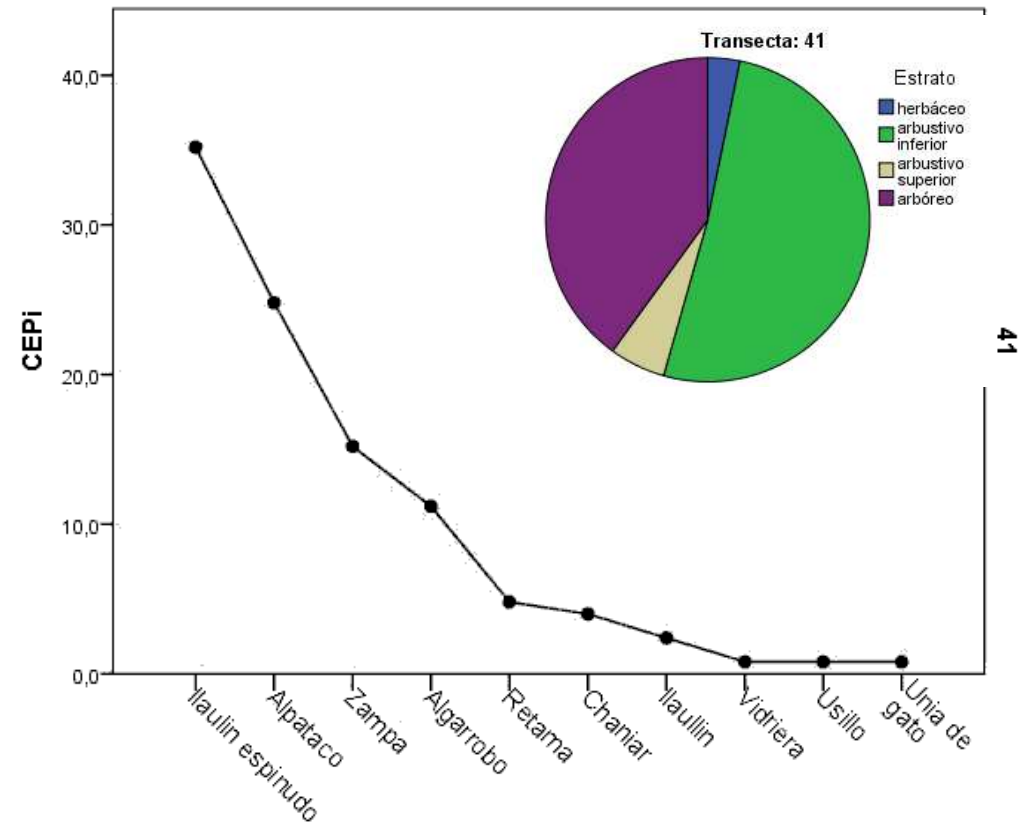
53,5

Indice Shannon

1,62

Fructificación

☒



% Cobertura

56

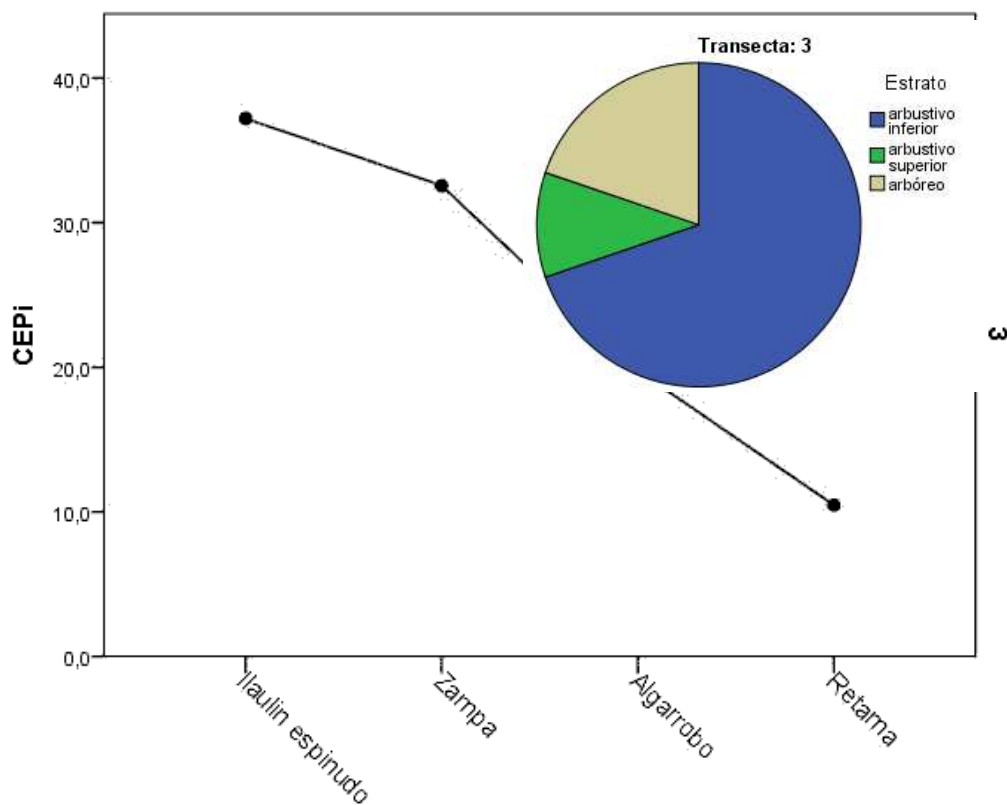
Indice Shannon

1,72

Fructificación

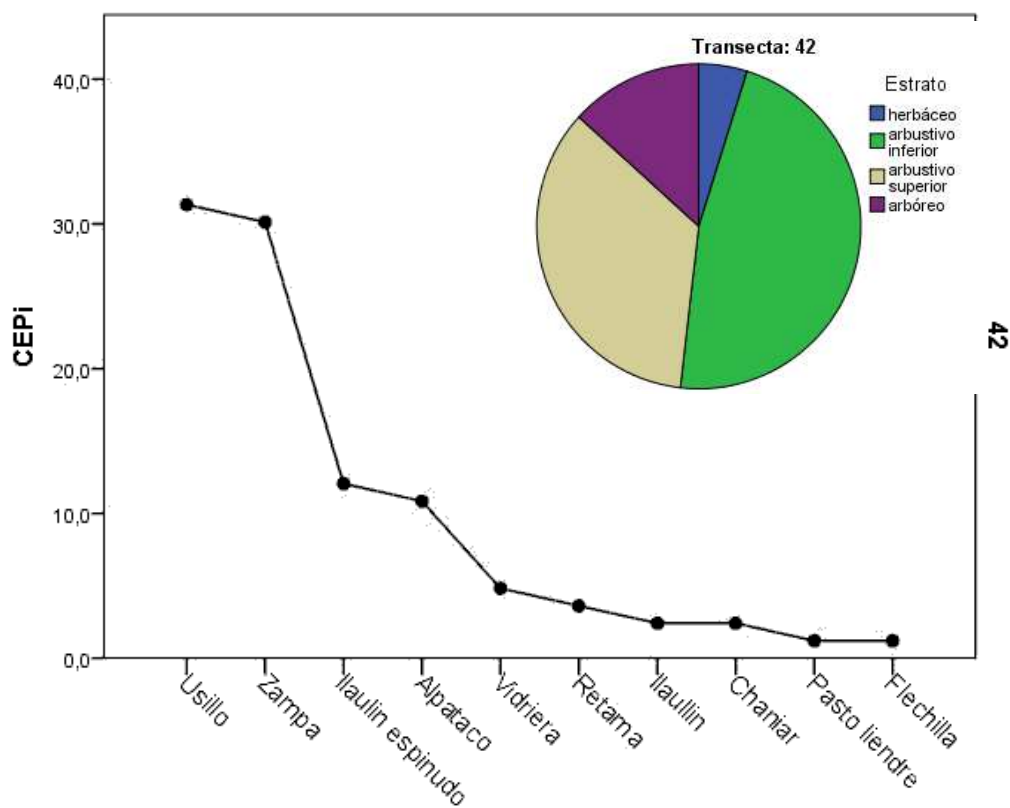
☒

Parcela Puesto Viejo
Punto de muestreo PVT03
Estación Primavera
Epoca Estival
Mes 10
Año 2009



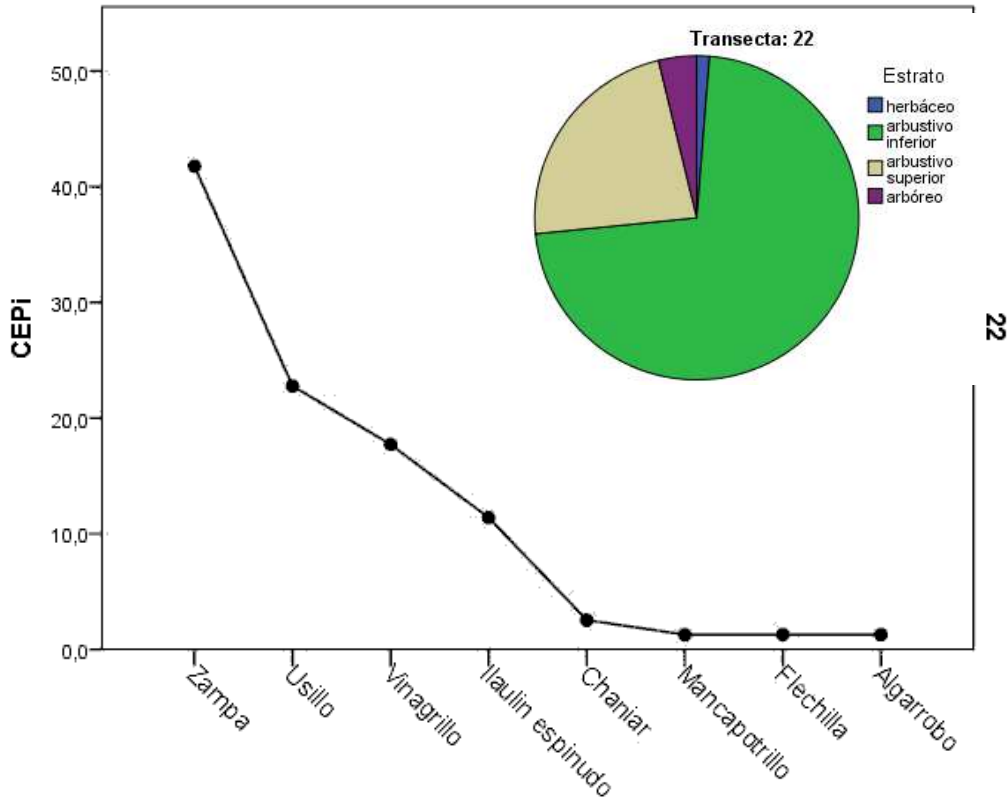
% Cobertura 35,5
Indice Shannon 1,29
Fructificación ☐

Punto de muestreo PVT04
Estación Otoño
Epoca Invernal
Mes 4
Año 2011



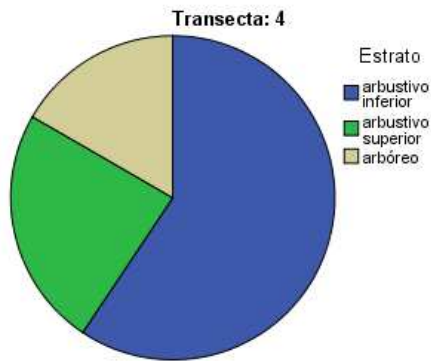
% Cobertura 38
Indice Shannon 1,77
Fructificación ☒

Parcela Puesto Viejo
Punto de muestreo PVT04
Estación Otoño
Epoca Invernal
Mes 5
Año 2010



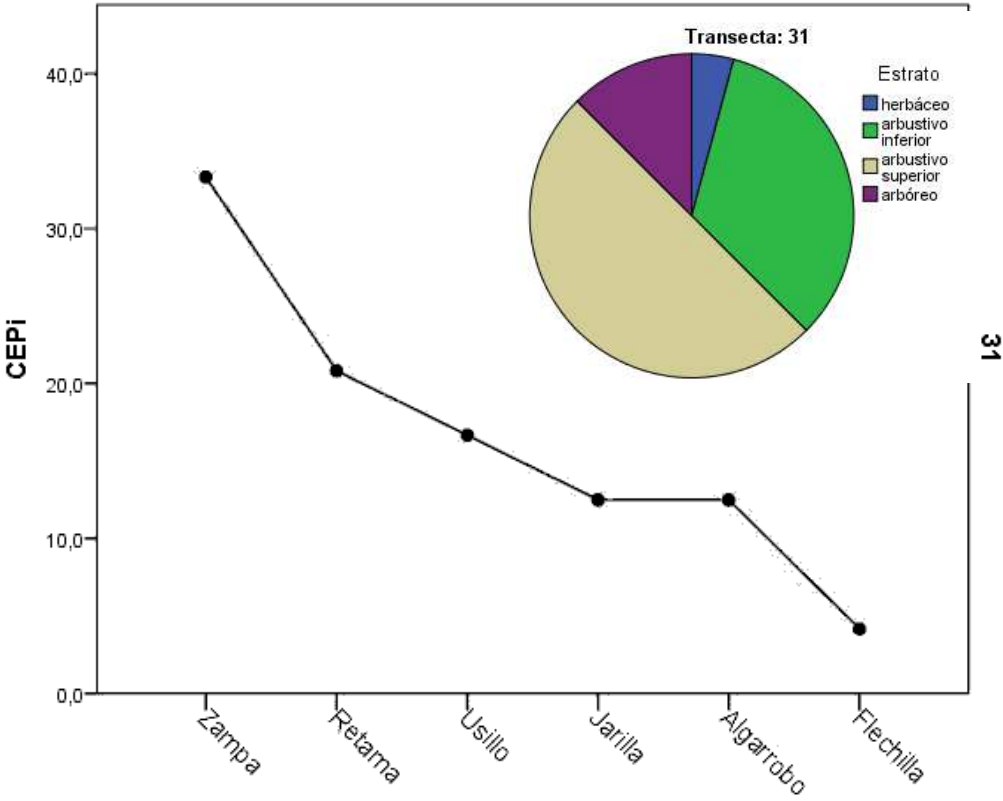
% Cobertura 38
Indice Shannon 1,51
Fructificación ☐

Estación Primavera
Epoca Estival
Mes 10
Año 2009



% Cobertura 35
Indice Shannon 1,67
Fructificación ☐

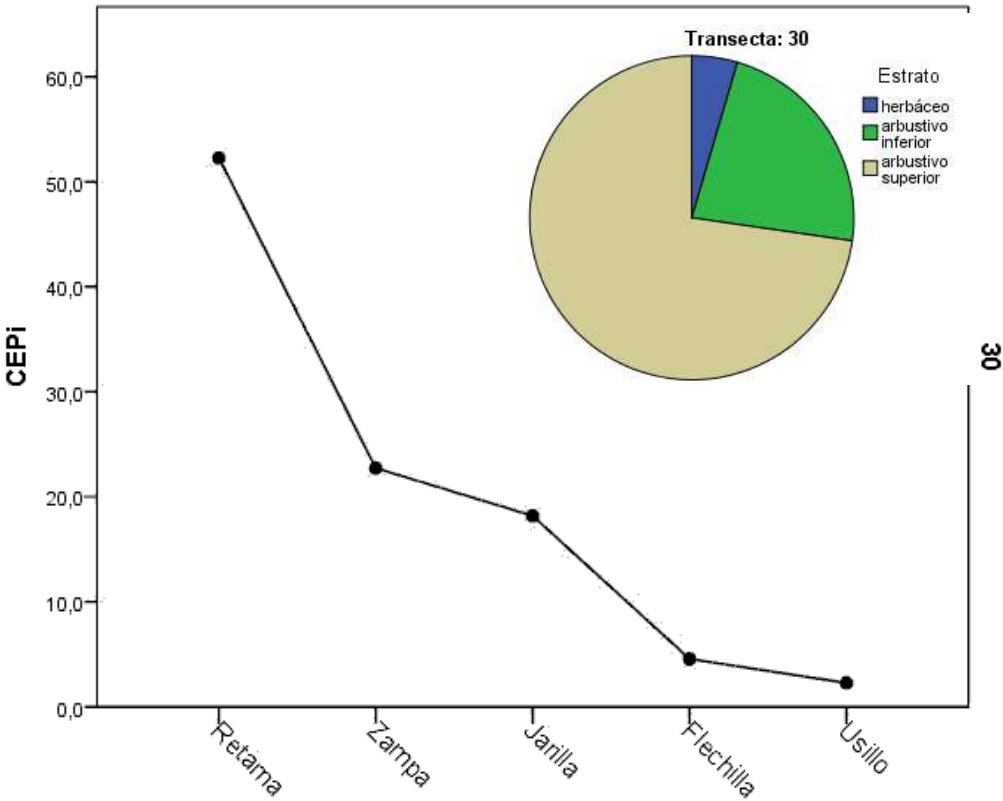
Punto de muestreo PVT05



% Cobertura 24

Indice Shannon 1,64

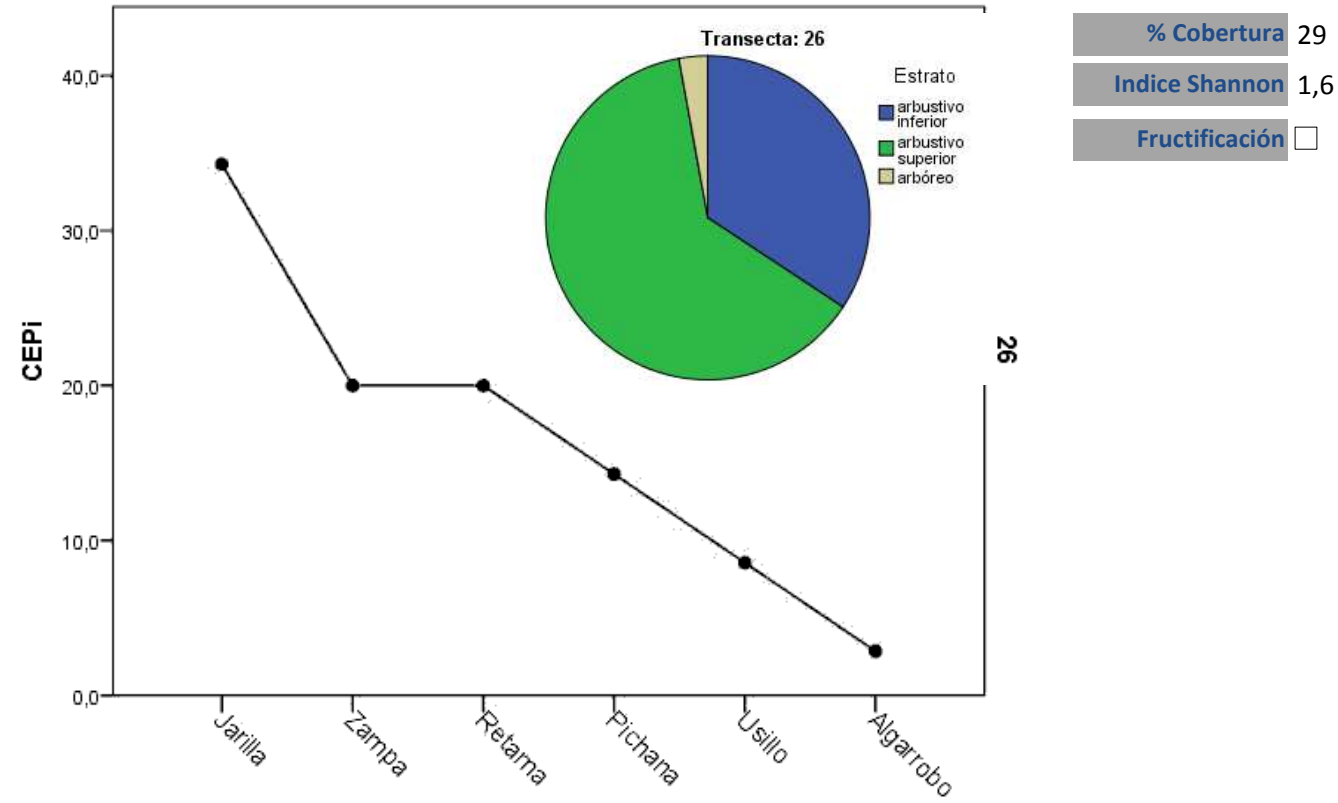
Fructificación ☐

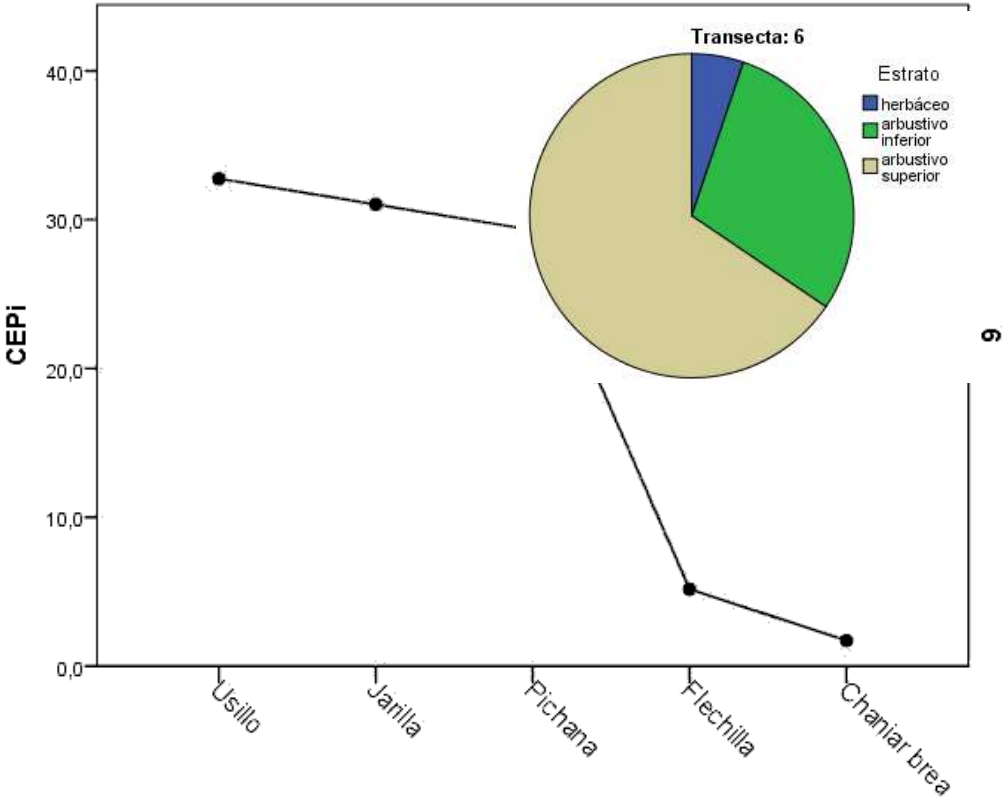


% Cobertura 70

Indice Shannon 1,21

Fructificación ☐

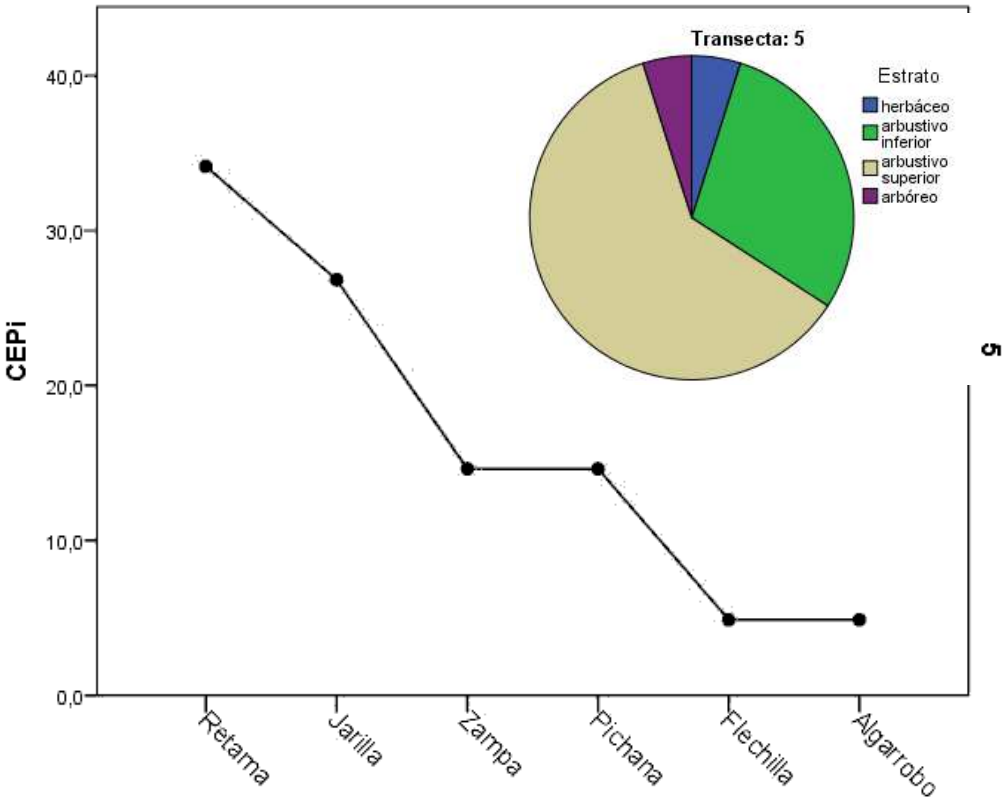




% Cobertura 47

Indice Shannon 1,31

Fructificación ☐



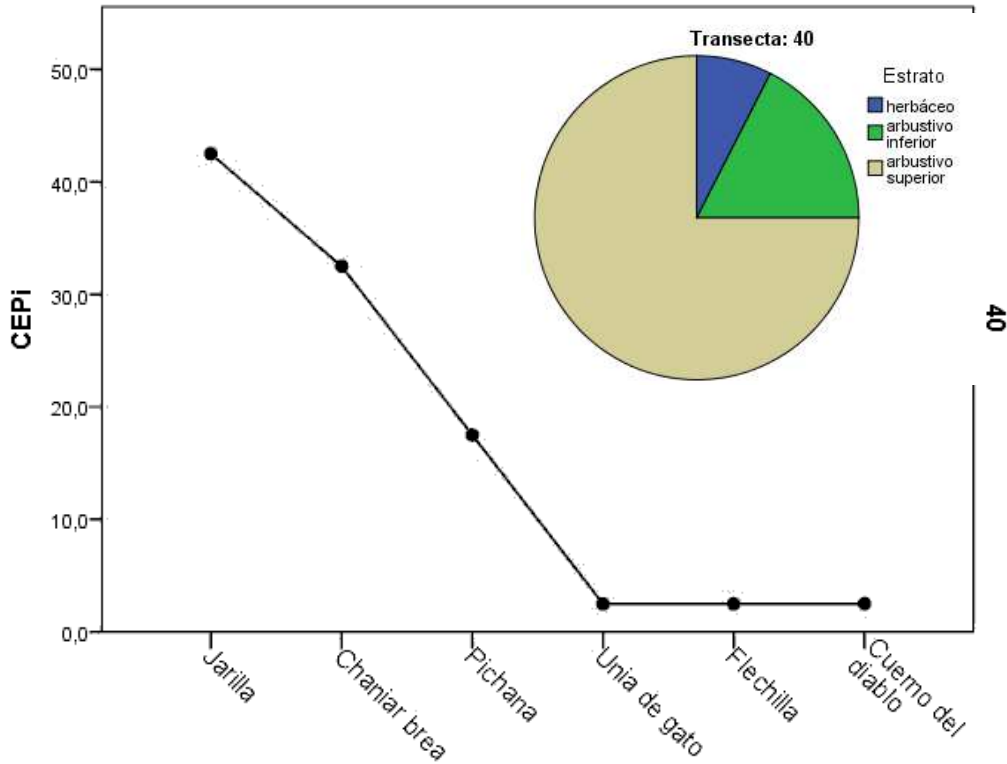
% Cobertura 29

Indice Shannon 1,58

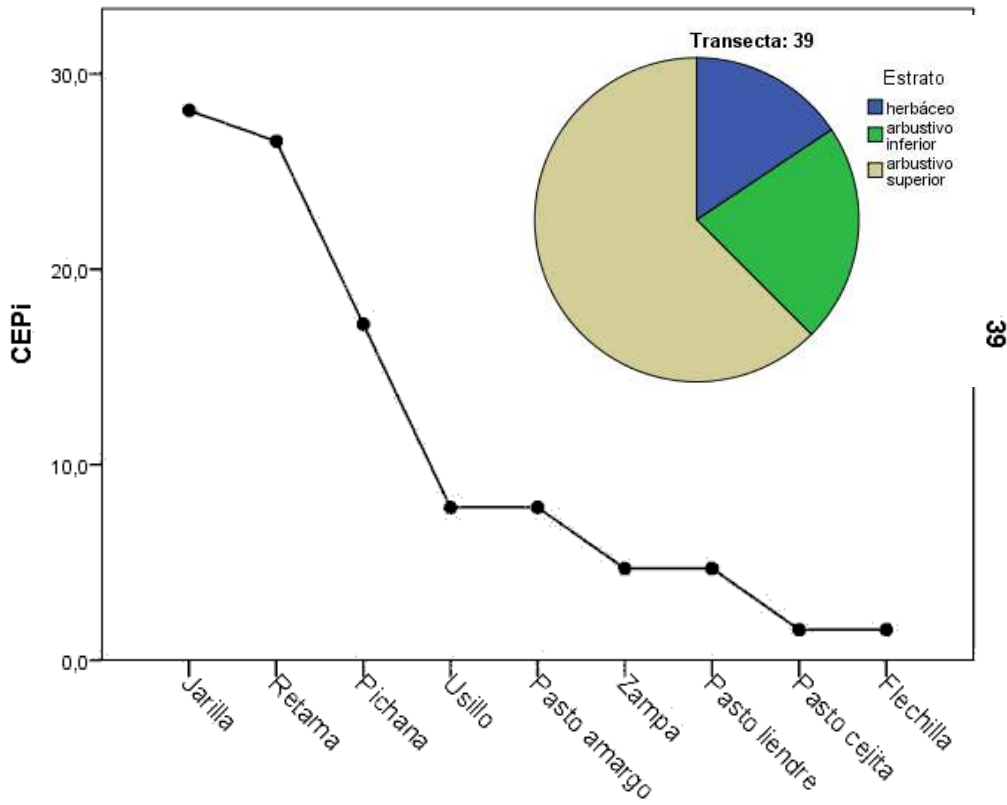
Fructificación ☐

Parcela Puesto Viejo
Punto de muestreo PVT05
Estación Verano
Mes 3

Epoca Estival
Año 2011



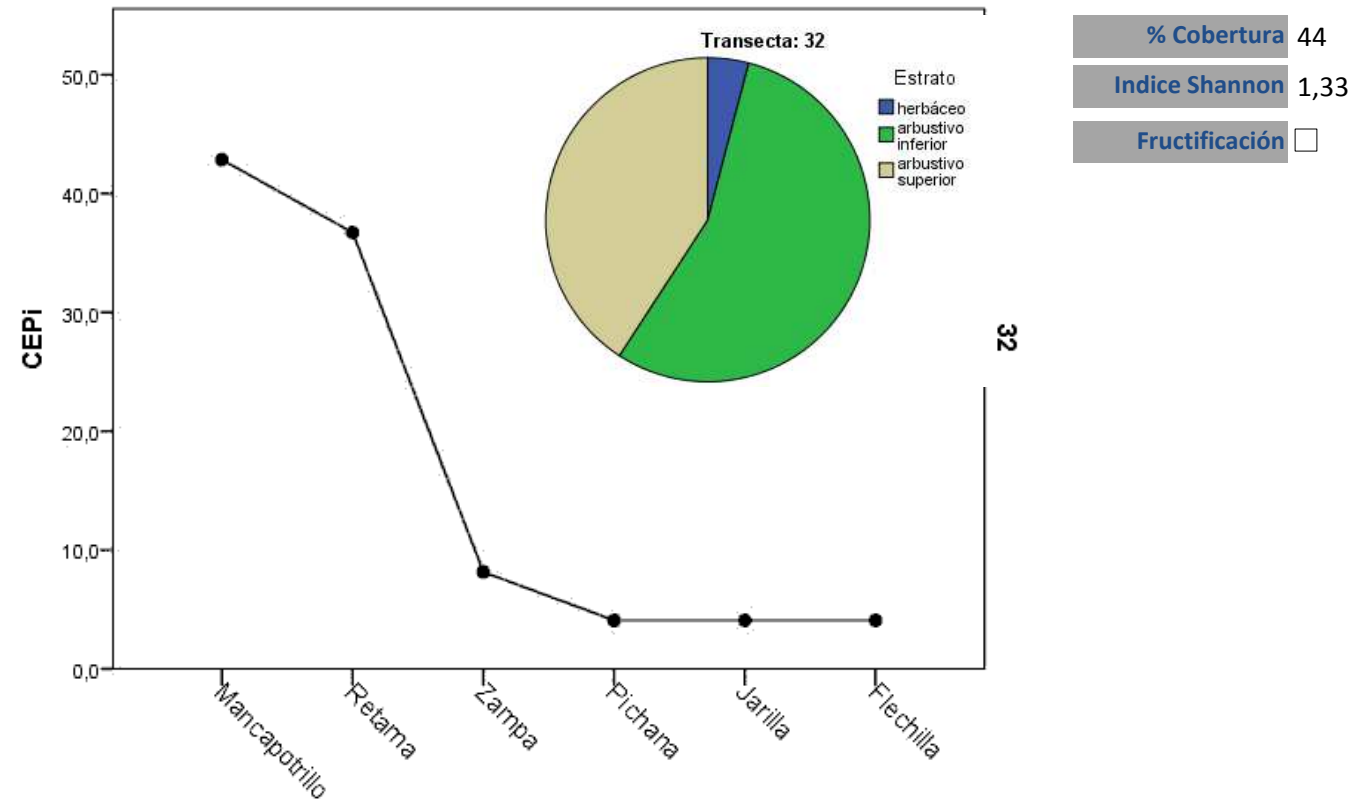
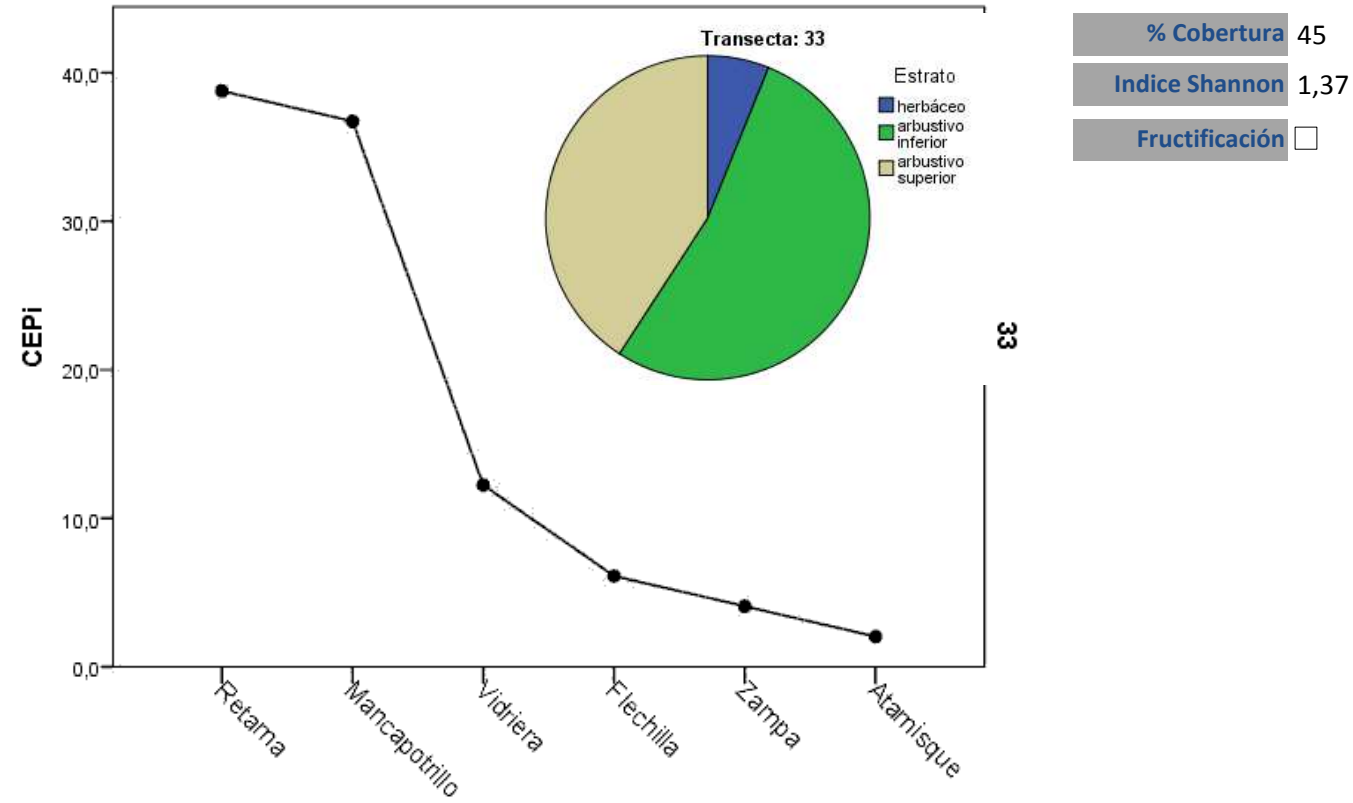
% Cobertura 33
Indice Shannon 1,31
Fructificación ☒

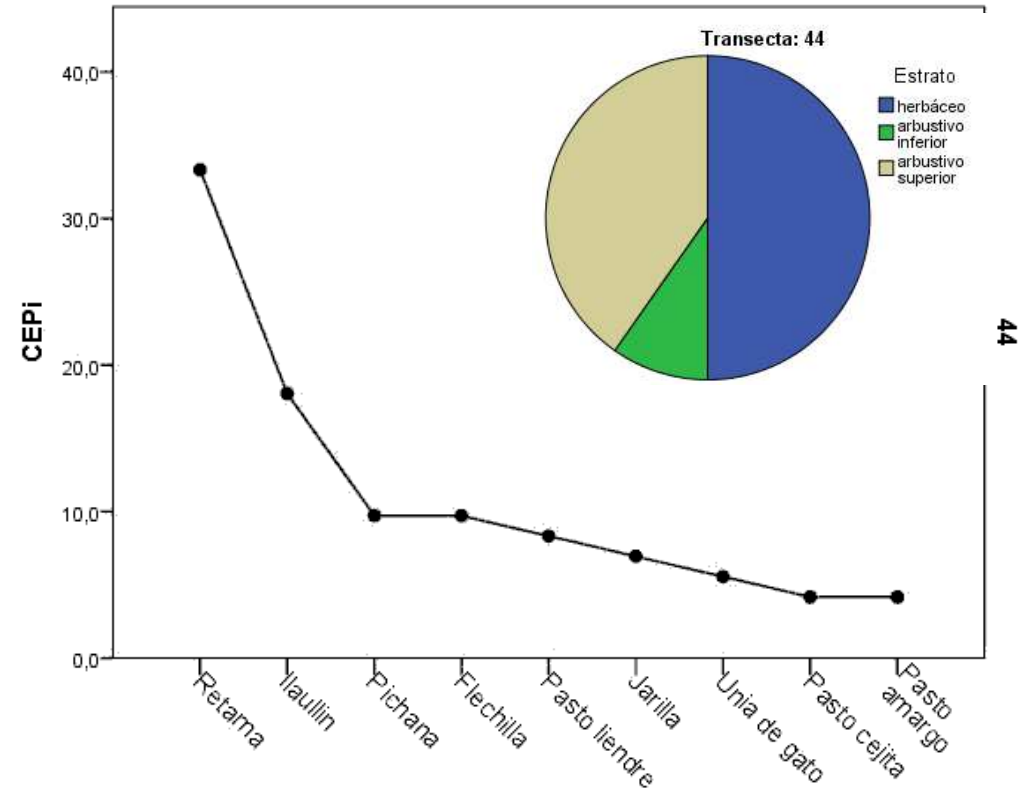


% Cobertura 48
Indice Shannon 1,83
Fructificación ☒

Punto de muestreo PVT06
Estación Invierno
Mes 8

Epoca Invernal
Año 2010





% Cobertura

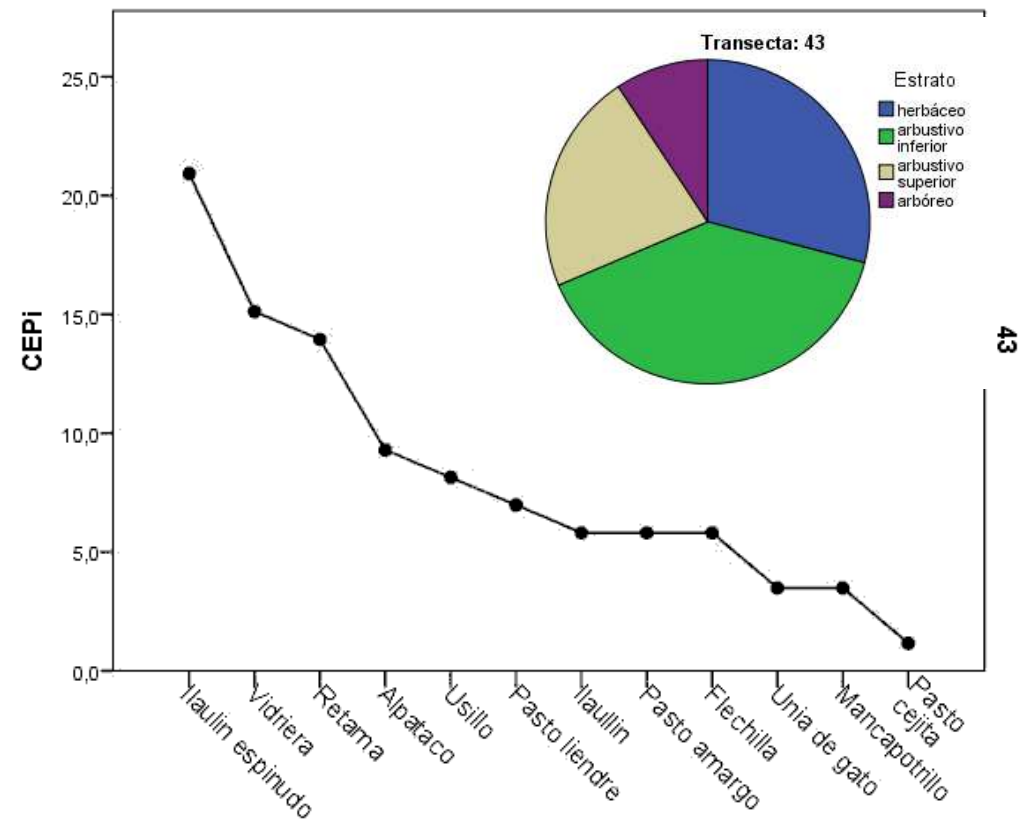
59

Indice Shannon

1,95

Fructificación

☒



% Cobertura

69

Indice Shannon

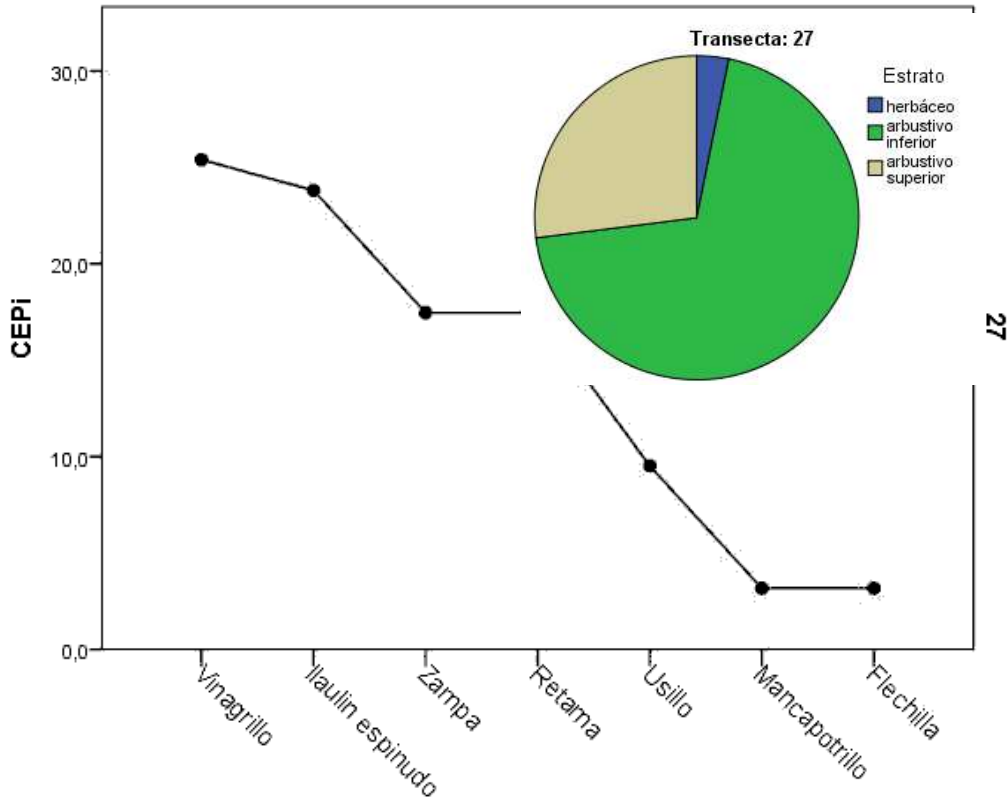
2,28

Fructificación

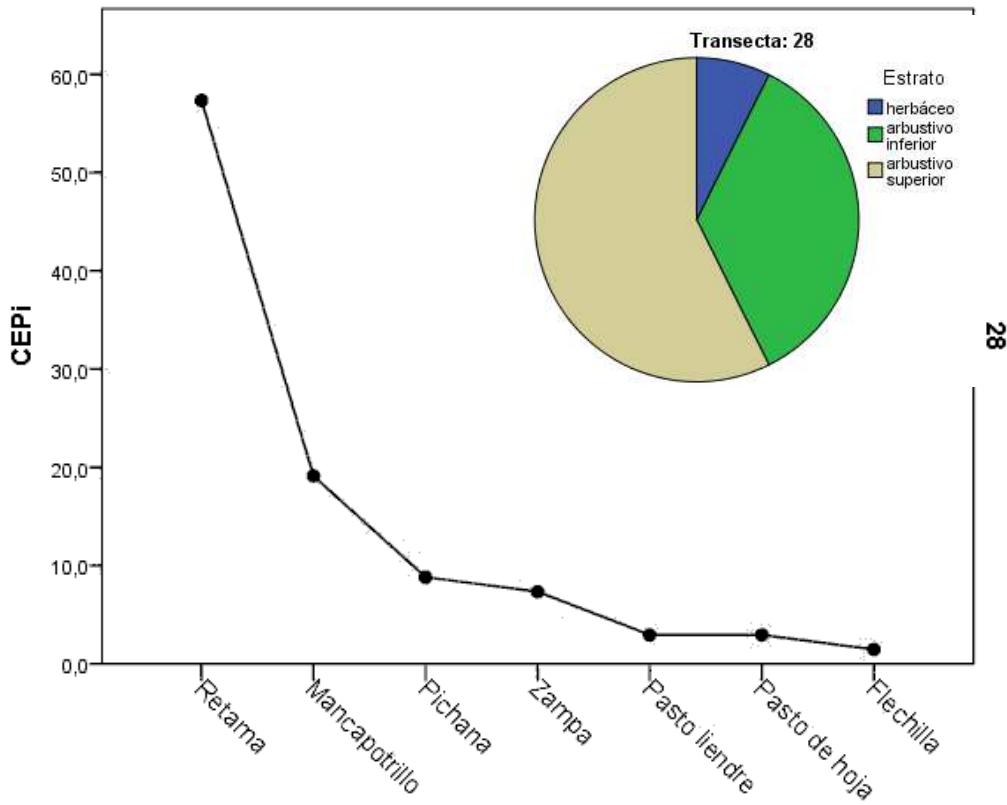
☒

Parcela Puesto Viejo
Punto de muestreo PVT06
Estación Otoño
Mes 5

Epoca Invernal
Año 2010



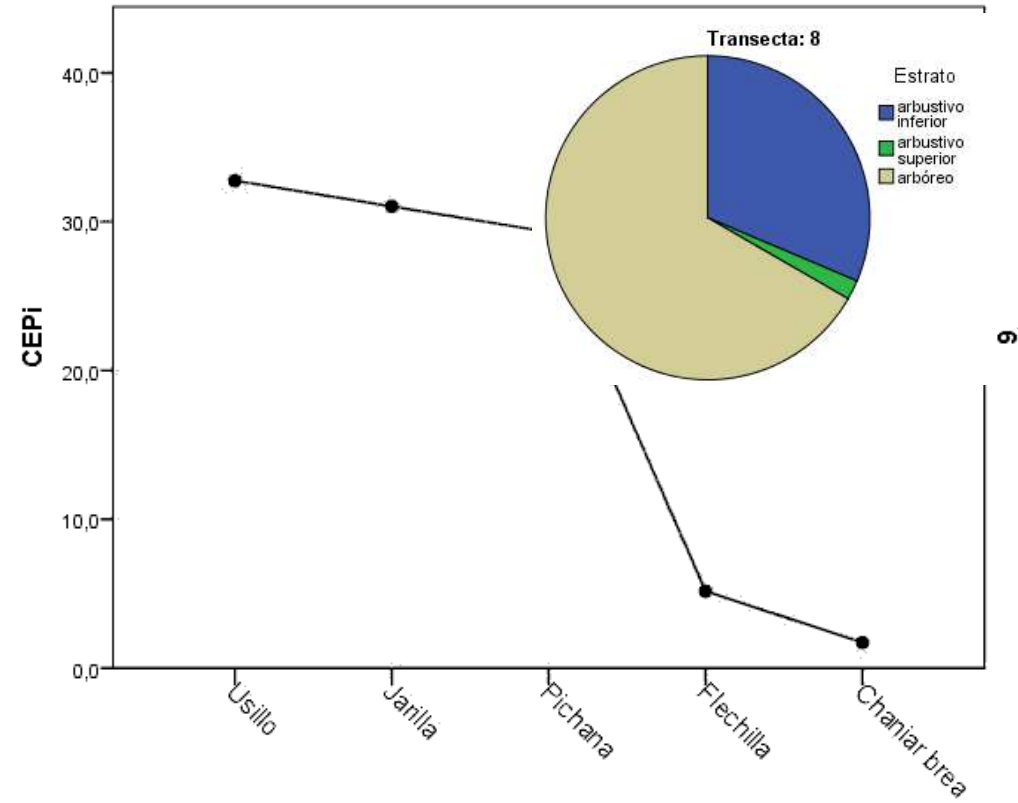
% Cobertura 56
Indice Shannon 1,74
Fructificación ☐



% Cobertura 55
Indice Shannon 1,31
Fructificación ☐

Estación Primavera
Mes 10

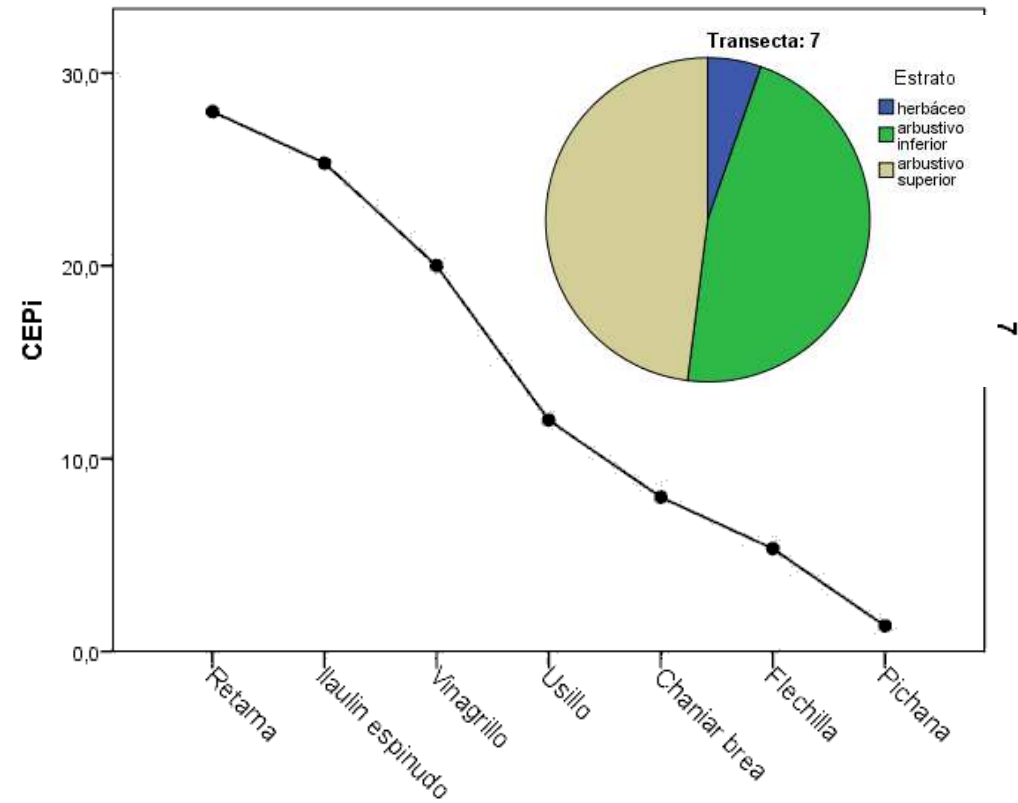
Epoca Estival
Año 2009



% Cobertura 45

Indice Shannon 0,94

Fructificación ☐



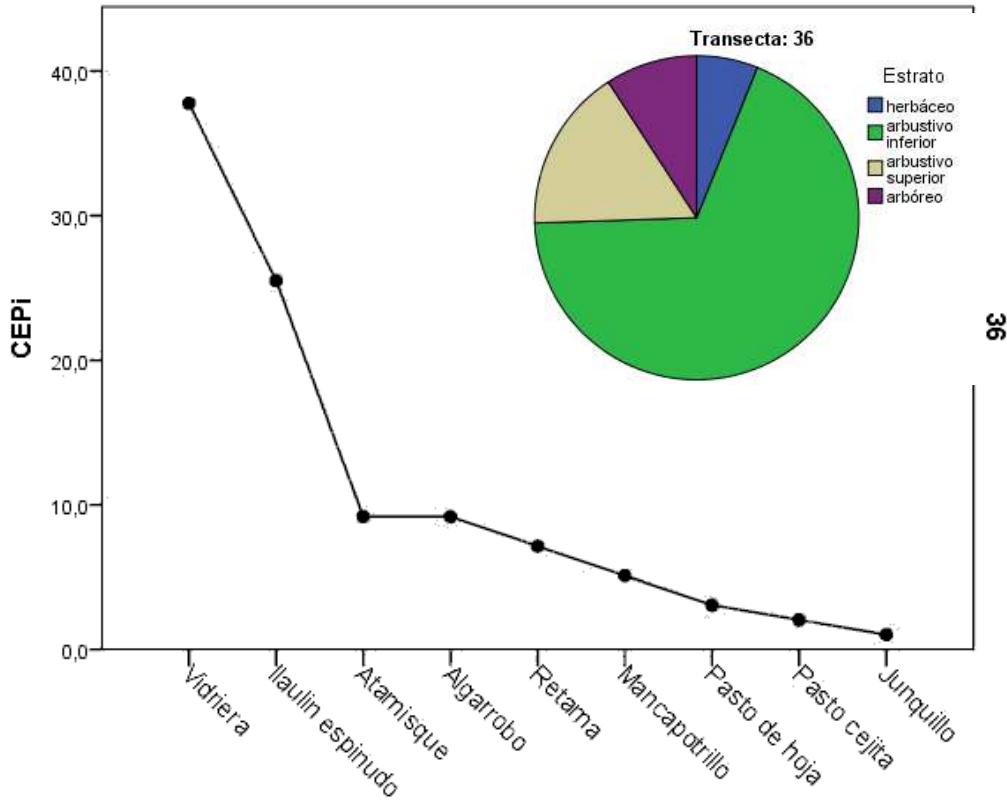
% Cobertura 62

Indice Shannon 1,7

Fructificación ☐

Parcela Río Nuevo
Punto de muestreo RNSB1
Estación Verano
Mes 3

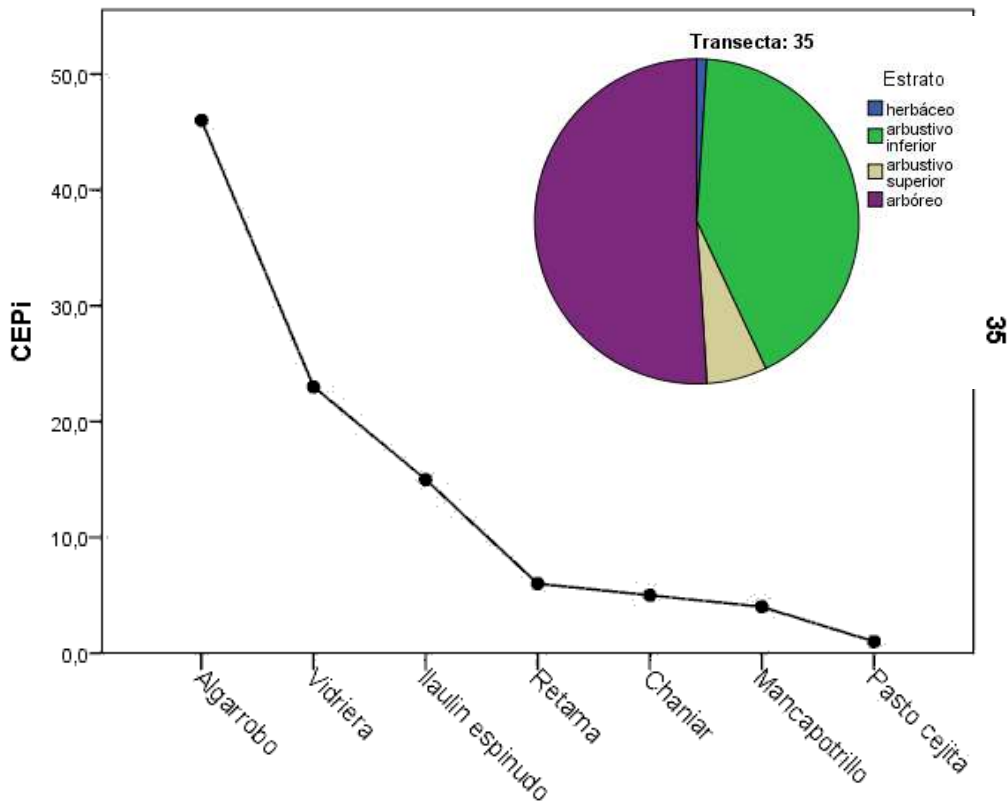
Epoca Estival
Año 2011



% Cobertura 49
Indice Shannon 1,73
Fructificación ☒

Punto de muestreo RNSB4
Estación Verano
Mes 3

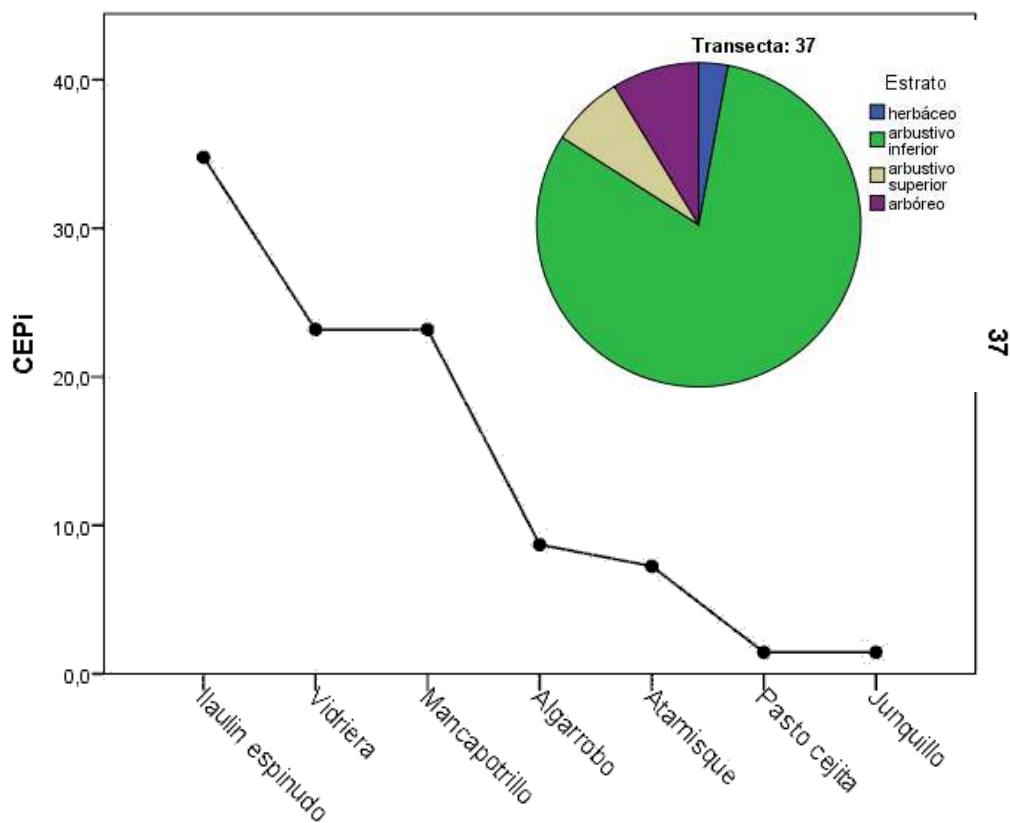
Epoca Estival
Año 2011



% Cobertura 61,5
Indice Shannon 1,47
Fructificación ☒

Parcela Rio Nuevo
Punto de muestreo RNSE1
Estación Verano
Mes 3

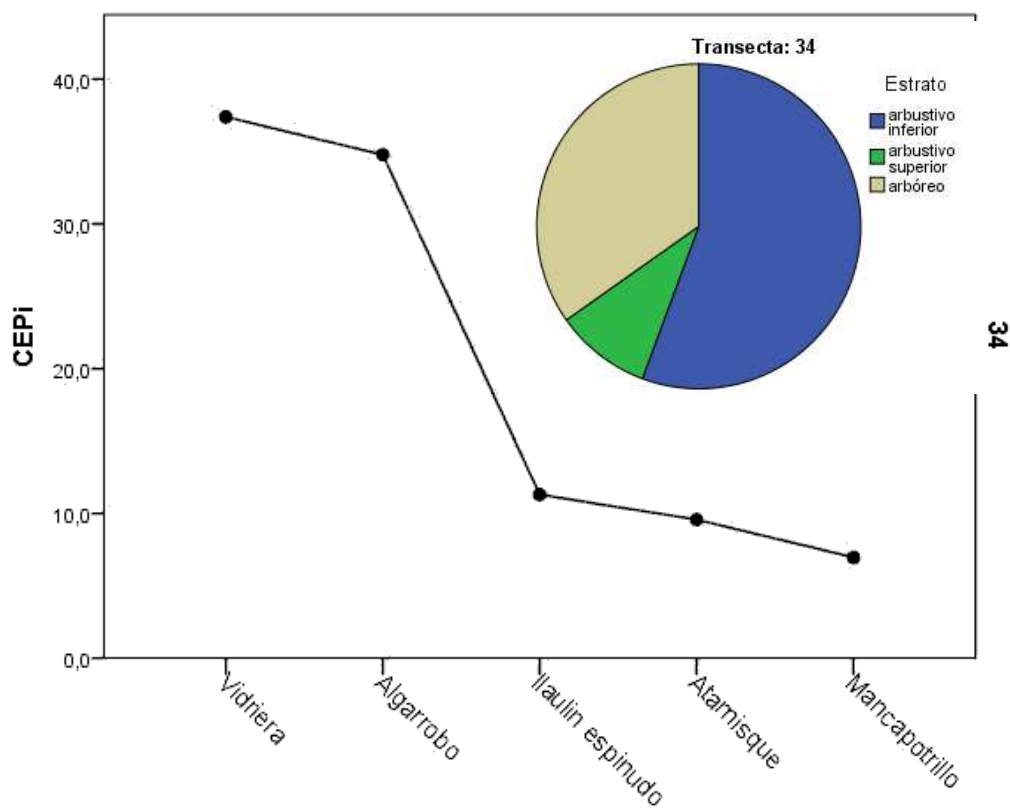
Epoca Estival
Año 2011



% Cobertura 35
Indice Shannon 1,57
Fructificación ☒

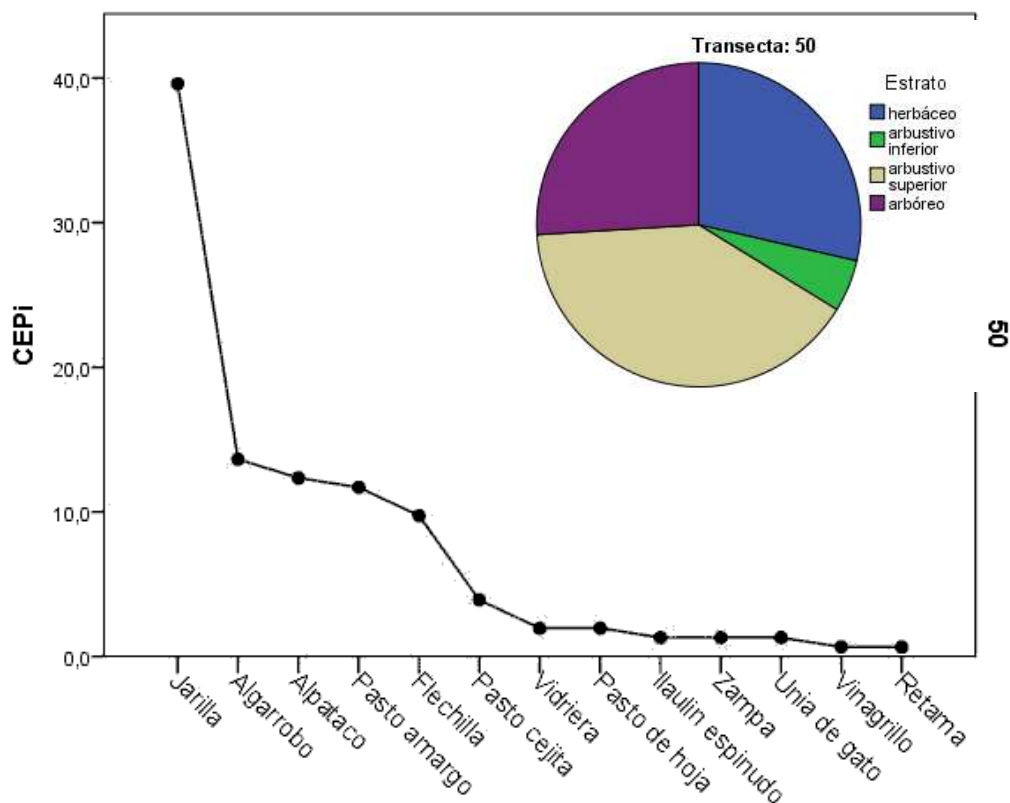
Punto de muestreo RNSE4
Estación Verano
Mes 3

Epoca Estival
Año 2011



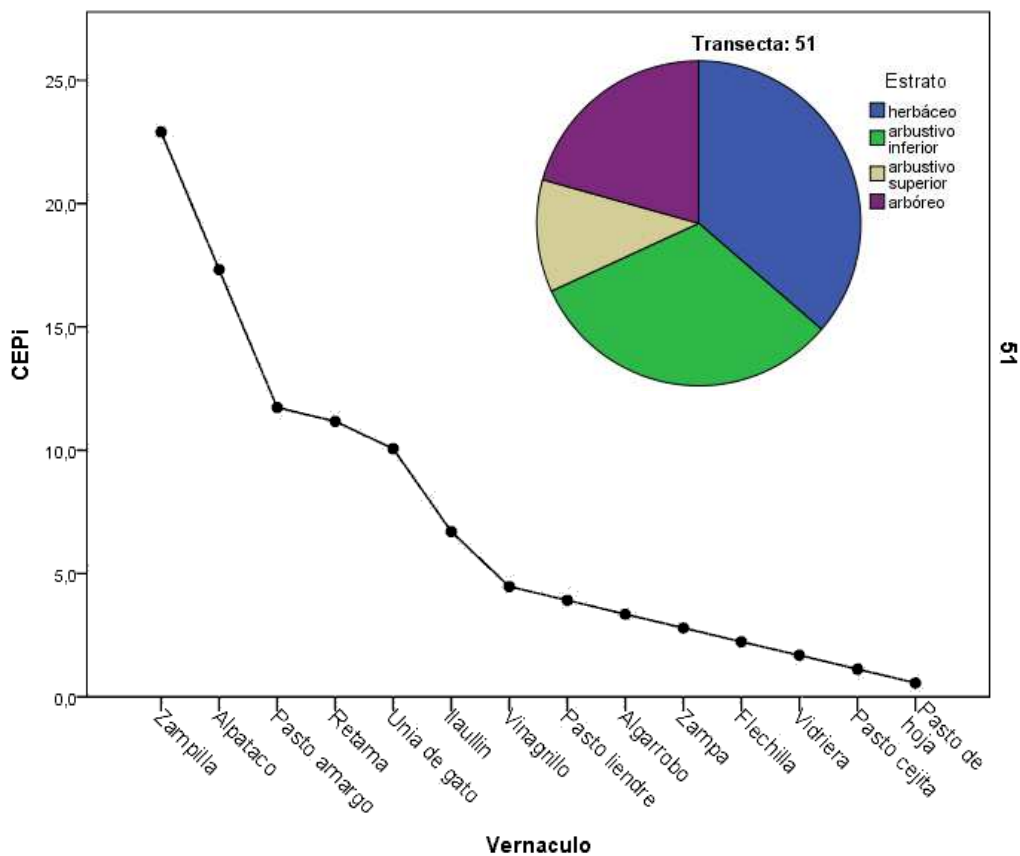
% Cobertura 51
Indice Shannon 1,39
Fructificación ☒

Parcela Rio Viejo
Punto de muestreo RVSA0
Estación Otoño
Epoca Invernal
Mes 4
Año 2011



% Cobertura 45,5
Indice Shannon 1,89
Fructificación ☒

Punto de muestreo RVSC3
Estación Otoño
Epoca Invernal
Mes 4
Año 2011



% Cobertura 60
Indice Shannon 2,26
Fructificación ☒

Parcela Rio Viejo

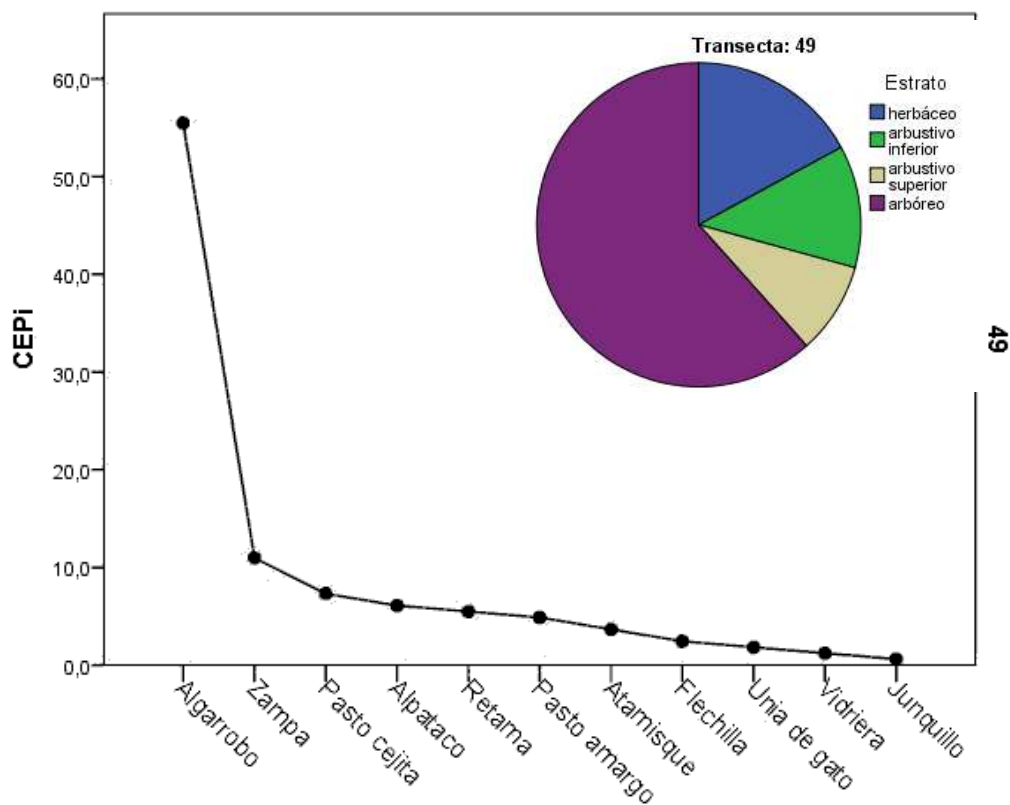
Punto de muestreo RVSE1

Estación Otoño

Epoca Invernal

Mes 4

Año 2011



% Cobertura 55,5

Indice Shannon 1,61

Fructificación ☒

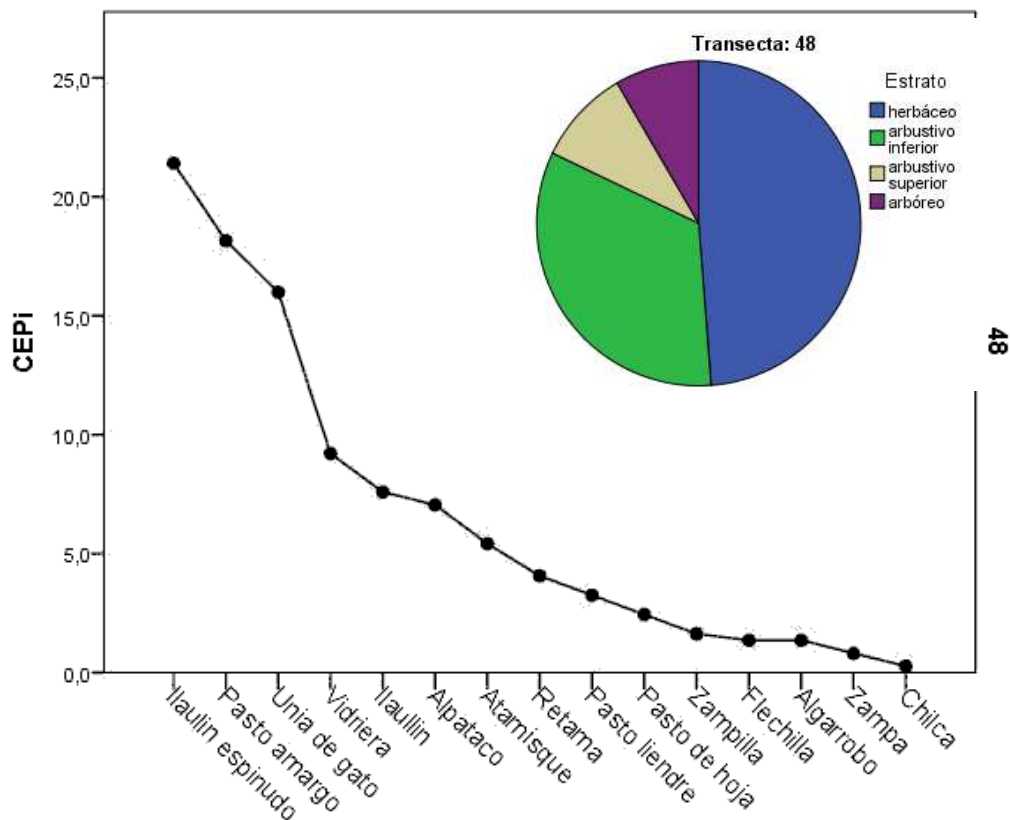
Punto de muestreo RVSF3

Estación Otoño

Epoca Invernal

Mes 4

Año 2011



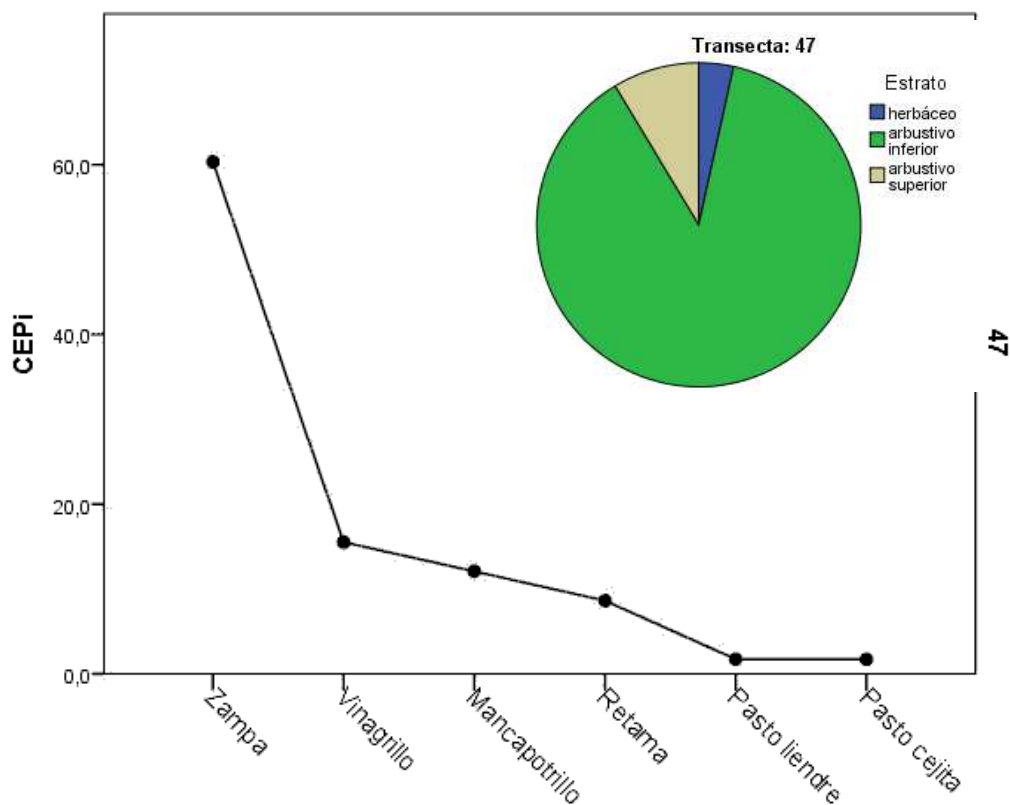
% Cobertura 83,5

Indice Shannon 2,26

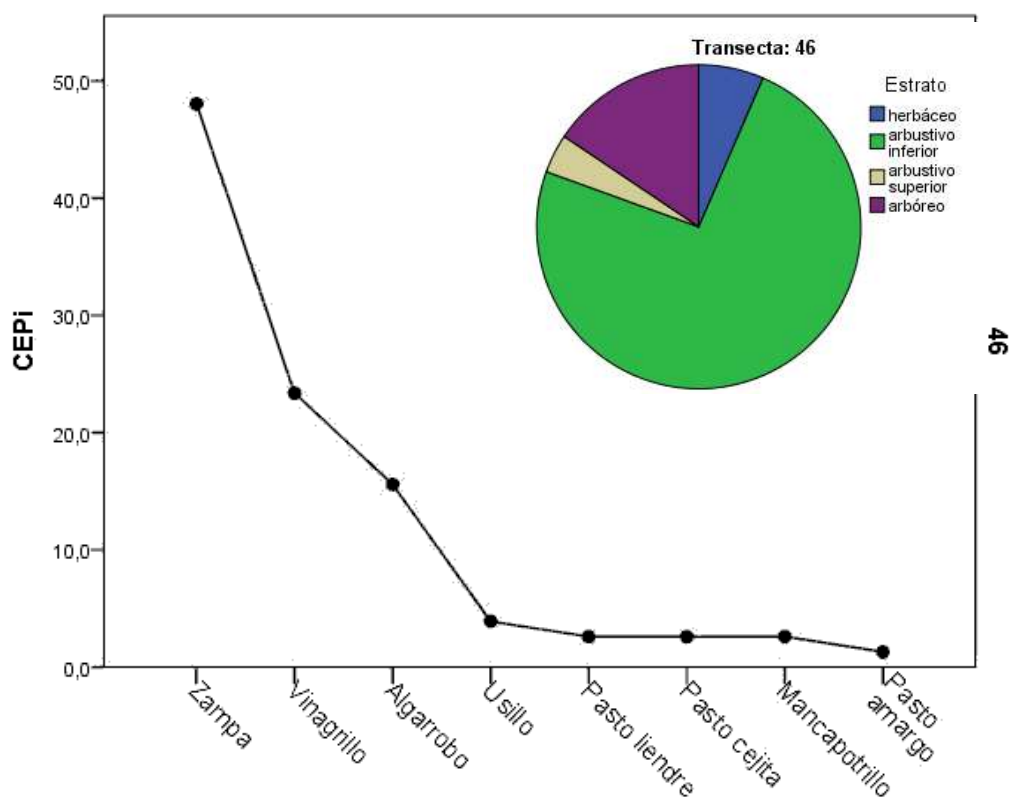
Fructificación ☒

Parcela Rio Viejo
Punto de muestreo RVSH1
Estación Otoño
Mes 4

Epoca Invernal
Año 2011



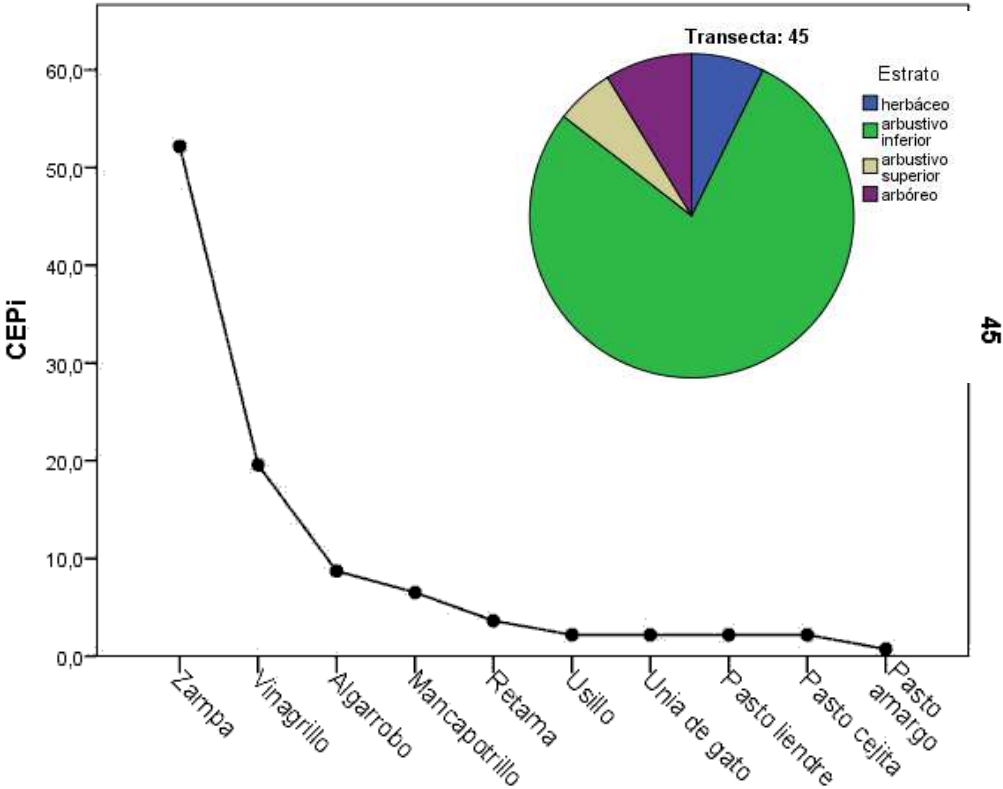
% Cobertura 52
Indice Shannon 1,2
Fructificación ☒



% Cobertura 67
Indice Shannon 1,45
Fructificación ☒

Punto de muestreo RVS13
Estación Otoño
Mes 4

Epoca Invernal
Año 2011



% Cobertura	67
Indice Shannon	1,54
Fructificación	<input checked="" type="checkbox"/>

II.2. MICROFAUNA

II.2.1. Introducción

En ecosistemas áridos y semiáridos, la vegetación dominante genera microhábitats bajo su copa donde las condiciones microclimáticas y las comunidades de artrópodos son muy diferentes a las del área que las rodean. Esto ocurre con los algarrobos (*Prosopis flexuosa*), que gracias a los árboles se forman en el ambiente islas de fertilidad debido al alto contenido de humedad, materia orgánica, detritos y minerales esenciales que alberga esta especie clave. La densidad del follaje de las especies vegetales arbóreas disminuye la entrada de los rayos solares y provee mayor cantidad de hojas al mantillo, moderando la temperatura y humedad en el suelo (Brady, 1990), favoreciendo la heterogeneidad ambiental y el establecimiento de nuevas especies, aumentando la diversidad general del sistema (Rossi y Villagra, 2001). Algunas especies de insectos, como los tenebriónidos (Coleóptera), prefieren las condiciones húmedas y frescas como las que existen bajo la copa de los algarrobos (Lagos, 2004), mientras que otras, como las hormigas cortadoras, prefieren mayor insolación y menor humedad como en el suelo desnudo (Claver, 2000).

En el presente Anexo se analizaron los grupos de microfauna colectados durante dos períodos de precipitaciones extremas (seca y húmeda) en las parcelas de muestreo, con el objetivo de estimar la composición de la microfauna presente en el área de estudio y su relación con los ítems alimenticios registrados en la dieta de los armadillos (Capítulo 8).

II.2.2. Materiales y Métodos

Se realizaron muestreos de siete días dentro de la primavera (octubre de 2010) y el verano (febrero de 2011). Debido a las precipitaciones que ocurrieron en estos periodos, el muestreo de primavera también correspondió con el pulso seco dentro de la estación estival, mientras que el muestreo de verano coincidió con una época de abundantes precipitaciones (Anexo I).

Los muestreos consistieron en un total de 40 trampas de caída (*pitfalls*) por período analizado, distribuidas de a diez trampas por cada parcela de muestreo. Estas diez *pitfalls* se repartieron proporcionalmente en los principales geoformas definidas dentro de cada parcela, con fin que los resultados abarquen la heterogeneidad de microhábitats disponibles. La localización de las trampas coincidió con puntos de muestreo del grillado de la parcela, planteando como criterio de independencia temporal que los puntos de localización no se repitieran entre períodos seco y húmedo comparados. Dichas trampas fueron ubicadas debajo de árboles o arbustos de porte en las inmediaciones de cada punto de muestreo seleccionado, con el objeto de muestrear la mayor diversidad de microfauna posible. En los vértices de un cuadrado de 1 m² se colocaron cuatro recipientes de plástico de 10 cm de diámetro y un volumen de 500 cm³ enterrados a ras del suelo y llenos hasta $\frac{3}{4}$ con propilenglicol diluido al 25% como conservante.

El material colectado fue lavado y montado o guardado en alcohol etílico al 70%, según correspondiera, bajo la supervisión del Laboratorio de Entomología (IADIZA, CONICET). Dicho material se identificó y clasificó taxonómicamente, incluyendo hasta identificaciones a nivel de especies cuando fue posible, o morfoespecies. A cada grupo se le asignó una función ecológica en la comunidad de microfauna, estimándose el porcentaje de gremios tróficos, la contribución específica de presencia (CEPim, frecuencia relativa de cada morfoespecie) y el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Colwell & Futuyma, 1971), el cual se aplicó como capa espacial en el análisis de la distribución de signos de actividad (Capítulo 7).

V.2.3. Resultados

Los muestreos con trampas de caída contabilizaron un total de 14.795 ejemplares de microfauna, correspondientes los fila Artrópoda, Molusca y Cordata. Debido a la pérdida accidental de las 10 trampas de caída correspondientes al período seco de la parcela Río Nuevo, se descartó dicha parcela en la comparación.

Los individuos colectados en las parcelas María Luisa, Puesto Viejo y Río Viejo sumaron un total de 11.957 ejemplares de microfauna. Los períodos seco y húmedo

registraron diferencias en sus valores máximos de abundancia total, para el momento del año con escasez de lluvias se registraron 2.916 individuos, mientras que en el pulso de lluvias este número ascendió a 9.041.

De los tres grupos de microfauna hubo una clara dominancia de los artrópodos sobre cordados y moluscos, registrando más del 99,5% de individuos totales (Tabla II.1) (Figura II.1).

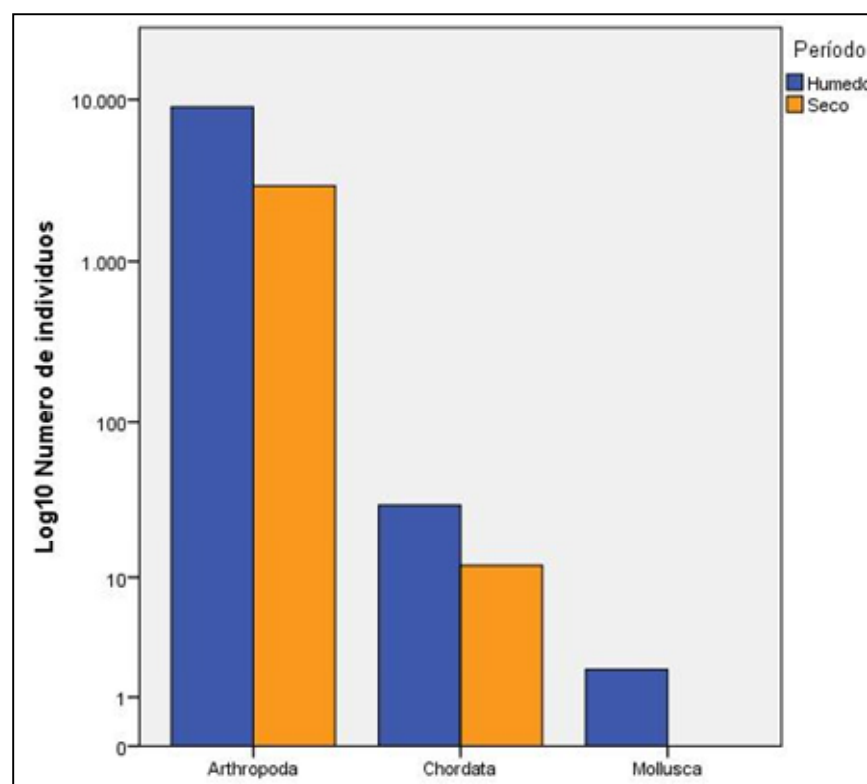
Los moluscos estuvieron representados por una única morfoespecie perteneciente a la Clase Gastropoda de la subclase Orthogastropoda, cuyos individuos se registraron sólo en el período de lluvias.

En cuanto a los cordados, la Clase Sauropsida estuvo presente con el orden de los Squamata en los períodos secos ($n= 12$) y húmedos ($n= 11$), representados en porcentajes similares en ambas categorías de muestreo. Los Anfibios del orden Anuros fueron colectados sólo en el pulso de lluvia con un total de 19 individuos, representando el 45% del total de vertebrados (Figura II.2). Estos anuros correspondieron a una sola especie conocida como la rana del desierto (*Pleurodema nebulosum*: Leptodactilidae). Los Squamata tuvieron dos familias representadas: Gekkonidae registrada en el período húmedo, mientras que Liolaemidae fue capturado tanto en el período seco como el húmedo.

En referencia a los artrópodos, se registraron cuatro subfila: Quelicerata, Crustacea, Hexápoda y Pancrustacea. En líneas generales, los cuatro subfila respondieron de modo positivo al pulso de precipitaciones, los mayores valores de abundancia en el período húmedo (Figura II.3). Las frecuencias relativas de cada subfila se acrecentaron de tres a casi diez veces en el período húmedo con referencia al período seco. Los más sensibles a la estacionalidad fueron los pancrustáceos con un aumento en su número poblacional cercano al 99%, seguidos los quelicerados con un aumento del 49%, luego los hexápodos con un 46% y por último los crustáceos con un crecimiento del 33% en el número de ejemplares (Figura II.3).

Tabla II.1. Número de individuos de cada subphyla de microfauna registrado, junto a los valores porcentuales respectivos para el período seco y húmedo de muestreo.

	Período Seco		Período Húmedo	
	individuos	Frec. (%)	individuos	Frec. (%)
Artrópoda				
María Luisa	870	30,0	2389	26,4
Puesto Viejo	1229	41,9	2594	28,7
Río Viejo	805	28,0	4026	44,5
Cordata				
María Luisa	4	0,0	6	0,1
Puesto Viejo	6	0,1	8	0,1
Río Viejo	2	0,0	16	0,2
Molusca				
María Luisa	0	0,0	1	0,0
Río Viejo	0	0,0	1	0,0

Figura II.1. Abundancias totales para cada fila registrada en los períodos húmedo y seco. Los valores están expresados como logaritmo base 10 a fin de que se estén representados los grupos con valores mínimos, criterio extendido al resto de las Figuras de aquí en adelante

Anexo II. Variables ambientales locales

Figura II.2. Abundancias totales para cada Clase de cordados registrada en los períodos de muestreo húmedo y seco.

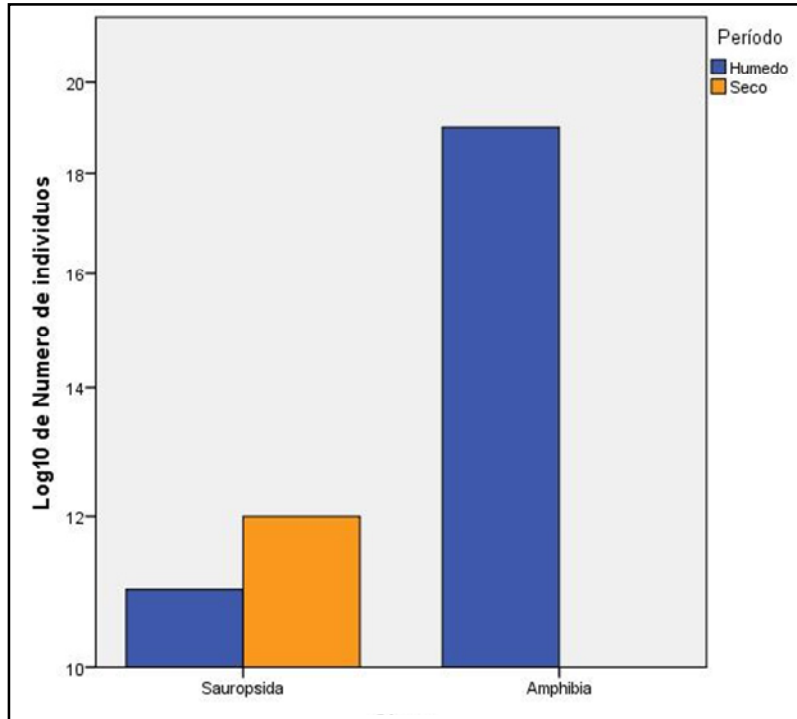
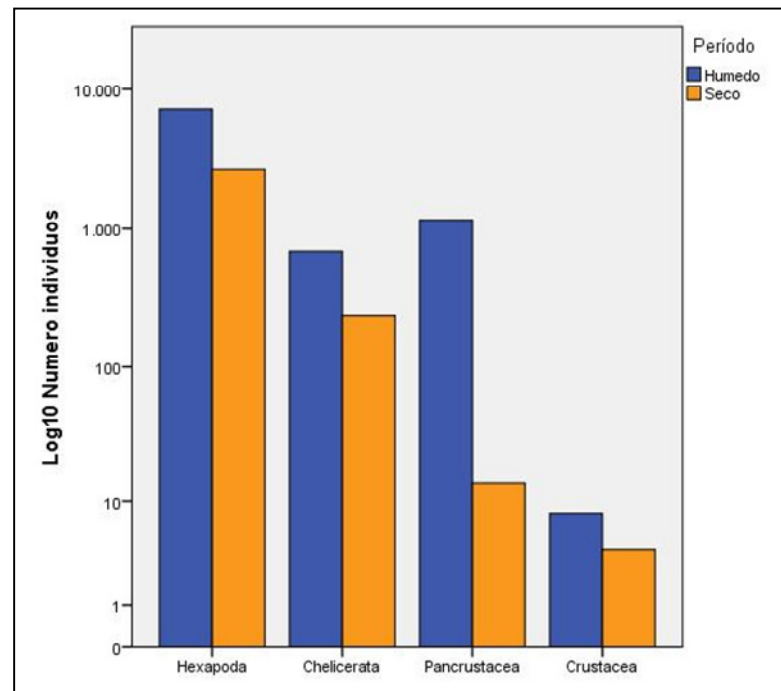


Figura II.3. Abundancias totales de cada subfila de artrópodos registrado en los períodos húmedo y seco.



Dentro de los quelicerados, los ácaros oribátidos fueron los más abundantes en todo el muestreo, con alrededor del 60% del total de quelicerados, de los cuales el 50% se presentaron con el pulso de lluvias. Las arañas fueron el siguiente grupo en importancia de abundancia con un 28% del total del subfilo, que estuvieron equitativamente representadas en los períodos seco y húmedo. Los escorpiones fueron menos abundante que los anteriores, con un total de 77 individuos que representaron el 8,4% de individuos quelicerados, además de una marcada estacionalidad entre la época seca (1,3% del total del orden) y la época de lluvias (98,7% del total del orden) (Tabla II.2, Figura V.4). En menor grado, los solífugos también estuvieron representando un total del 2,5% de quelicerados, y su número fue levemente mayor para la época seca (50,1% del total del orden) en referencia a la época húmeda (40,9% del total del orden). Por último, el grupo con menor número de individuos correspondió a los pseudoescorpiones, los cuales no fueron sensibles a la estacionalidad de las precipitaciones.

Tabla II.2. Número de individuos de cada orden de quelicerados registrado, junto a los valores porcentuales respectivos para el período seco y húmedo de muestreo.

Orden	Período seco		Período húmedo	
	n individuos	Frecuencia	n individuos	Frecuencia
Araneae	128	54,7	129	18,9
Escorpiones	1	0,4	76	11,1
Oribatida	90	38,5	467	68,4
Pseudoescorpiones	2	0,9	2	0,3
Solifugae	13	5,6	9	1,3

En referencia a los hexápodos representados en los muestreos, fueron agrupados en 15 Grupos informales, la mayoría correspondientes con su nomenclatura taxonómica.

Más del 90% de los individuos correspondieron al orden Himenóptera, principalmente formícidos que dominaron frente a los otros grupos de insectos, tanto en época seca como húmeda. También fue el grupo más sensible a la estacionalidad de las precipitaciones (Tabla II.3, Figura II.5). Díptera (3,4% del total de órdenes) y Coleóptera (3,1% del total de órdenes) fueron los siguientes según los valores máximos

de abundancia. Se destaca la respuesta positiva de la abundancia de Lepidóptera al período seco, respuesta similar y menos marcada en Díptera, Neuróptera, Phasmatodea y Mantidae, estos últimos inclusive solo se registraron en el período seco. Por el contrario Himenóptera, Coleóptera, larvas, Hemíptera e Isóptera son grupos que responden a las lluvias con un aumento de su abundancia.

Los valores de abundancia en relación a las categorías de gremios alimentarios de microfauna indicaron una dominancia de los herbívoros (80,1%) y detritívoros (12,7%). Ambos grupos responden marcadamente al pulso de lluvias, en especial los detritívoros marcaron un incremento en su abundancia con el período húmedo. En general y exceptuando los nectarívoros, todos los grupos ecológicos respondieron positivamente al pulso húmedo, en especial los detritívoros y estercoleros que fueron los grupos que representaron una mayor sensibilidad (Tabla II.4, Figura II.6).

Figura II.4. Abundancias totales para cada orden de quelicerados registrada en los períodos de muestreo húmedo y seco.

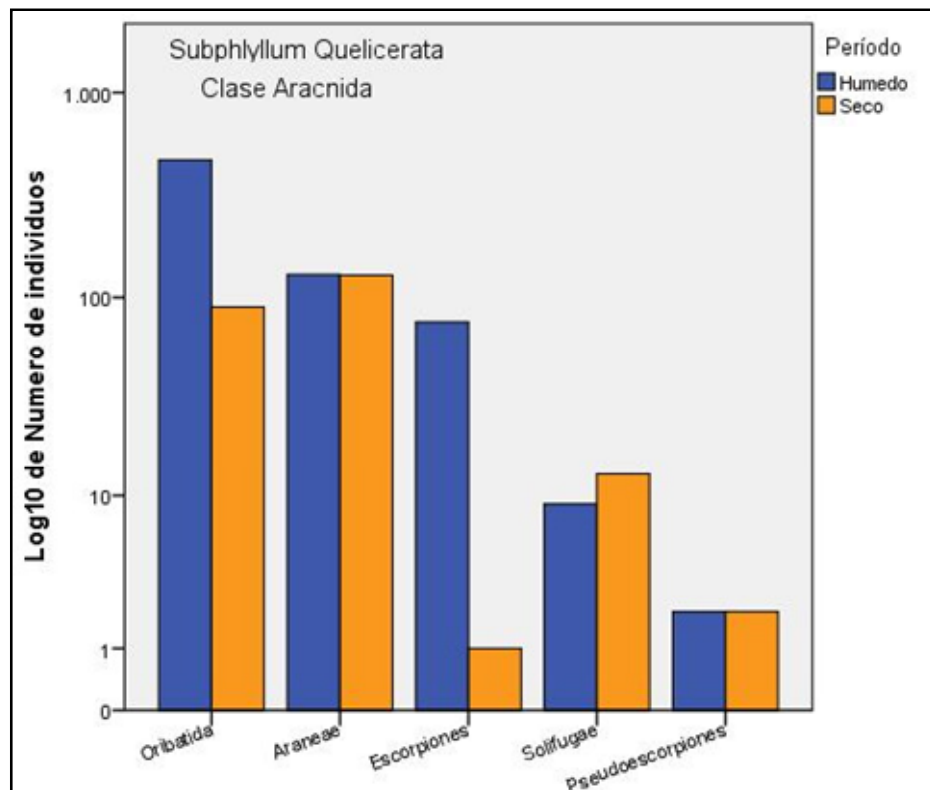


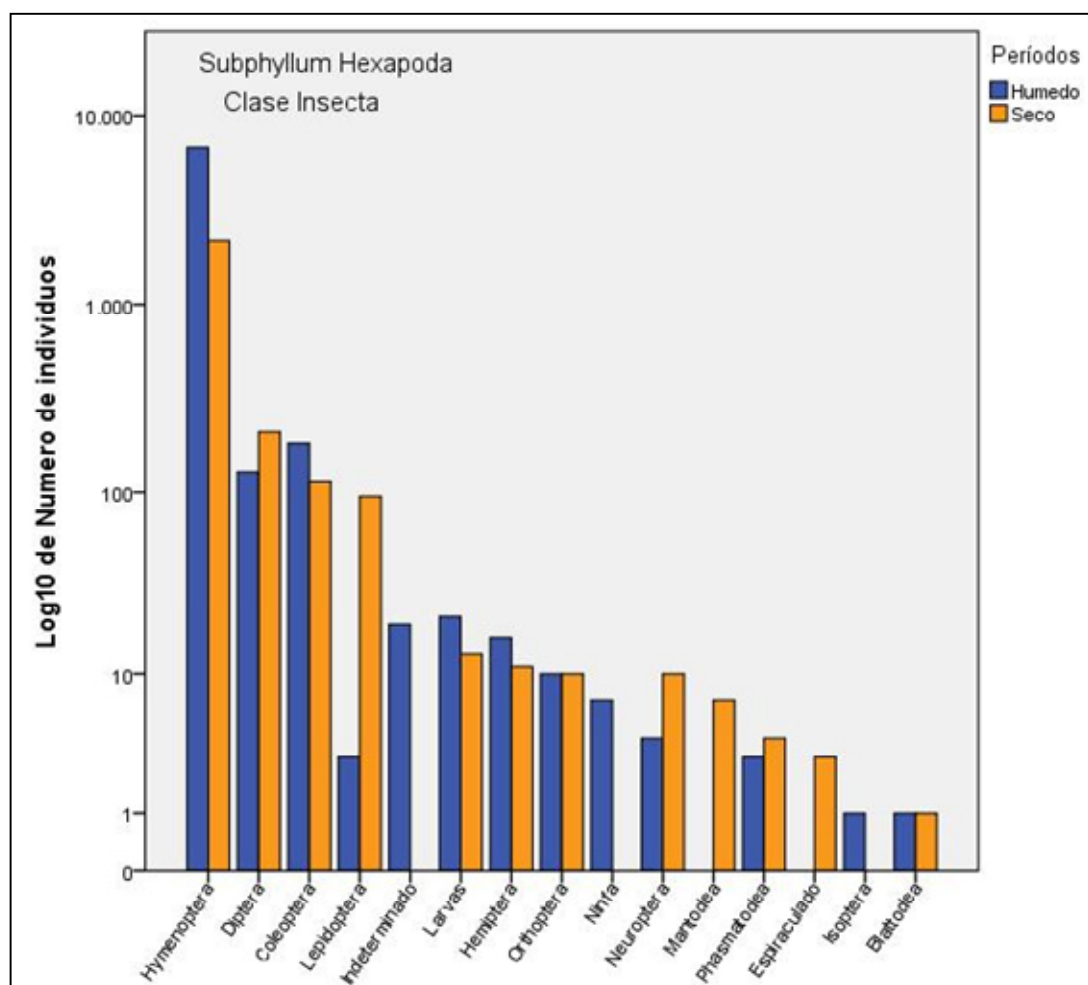
Tabla II.3. Número de individuos de cada Grupo informal de Hexápoda registrado, junto a los valores porcentuales respectivos para el período seco y húmedo de muestreo.

Orden	Período seco		Período húmedo	
	N	Frec. (%)	N	Frec. (%)
Blattodea	1	0,0	1	0,0
Coleóptera	114	4,3	182	2,5
Díptera	210	7,9	128	1,8
Hemíptera	11	0,4	16	0,2
Himenóptera	2.174	82,0	6.769	94,5
Isóptera	0	-	1	0,0
Larvas	13	0,5	21	0,3
Lepidóptera	95	3,6	3	0,0
Mantodea	7	0,3	0	0,0
Neuróptera	10	0,4	4	0,1
Ninfa	0	-	7	0,1
Ortóptera	10	0,4	10	0,1
Phasmatodea	4	0,2	3	0,0
Indeterminado	3	0,1	19	0,3

Tabla II.4. Número de individuos de cada gremio alimenticio, junto a los valores porcentuales respectivos para el período seco y húmedo de muestreo.

Gremio trófico	Período seco		Período húmedo	
	n individuos	Frec. (%)	n individuos	Frec. (%)
Herbívoros	9471	79,7	2380	81,6
Masticadores	17	0,1	4	0,1
Nectarívoros	29	0,2	101	3,5
Omnívoros	68	0,6	65	2,2
Predadores	340	2,9	173	5,9
Detritívoros	1717	14,5	160	5,5
Estercoleros	171	1,4	21	0,7
indeterminado	66	0,6	12	0,4

Figura II.5. Abundancias totales para cada Grupo informal de Hexápoda registradas en los períodos de muestreo húmedo y seco.



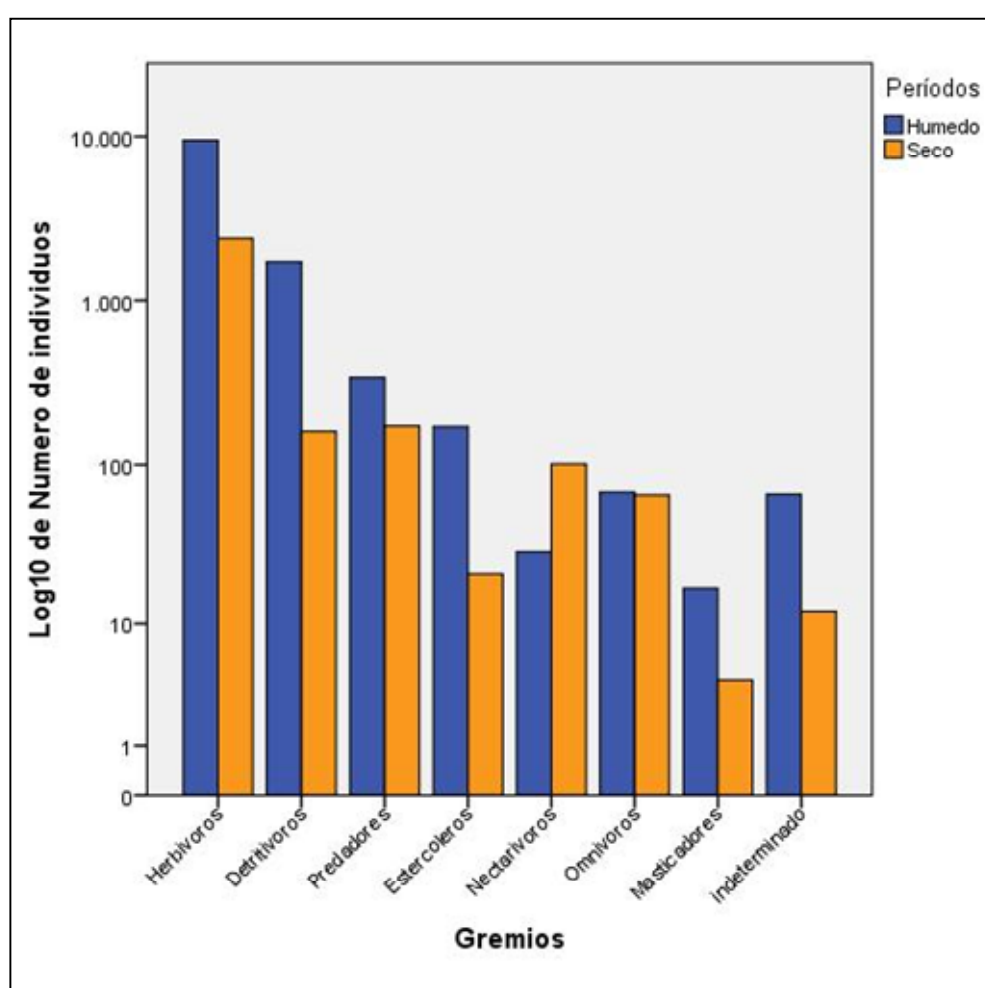
II.4. Discusión

El número de individuos recolectados en el período húmedo fue considerablemente más alto que en el período seco, observándose además la aparición de nuevos grupos en el período de lluvias. Los grupos que se registraron sólo en el pulso de lluvias fueron moluscos pulmonados y anfibios anuros, ambos grupos de animales dependientes de la humedad ambiente.

La periodicidad de muchas especies de invertebrados terrestres que habitan ecosistemas áridos se interpreta frecuentemente como una adaptación para vivir en un

ambiente impredecible. De modo que para obtener el adecuado beneficio de “pulsos de humedad”, estos organismos deben ser capaces de entrar en un estado de “alerta fisiológica” en la época de mayor probabilidad de lluvias que los capacite para una fácil respuesta en caso de hacerse efectivo tal pulso (Flores *et al.*, 2004 y citas referidas).

Figura II.6. Abundancias totales para cada gremio de artrópodos registradas en los períodos de muestreo húmedo y seco



Los detritívoros representados mayoritariamente en los grupos de ácaros oribátidos y colémbolos pancrustáceos fueron el eslabón de la comunidad de microfauna más sensibles a los aumentos de precipitaciones. Estos artrópodos pequeños son importantes por su influencia en la estructura del suelo, ya que participan

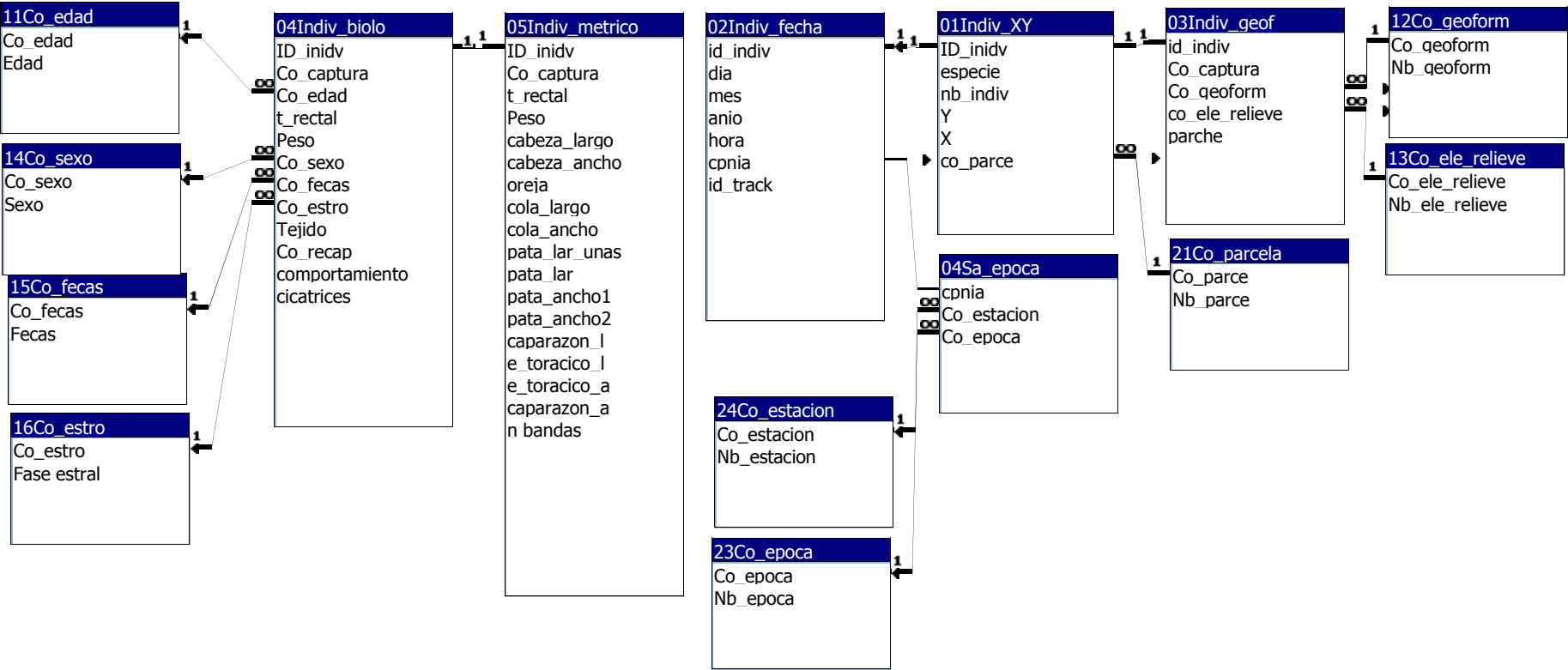
en la descomposición de la materia orgánica, ciclaje de nutrientes, control de microorganismos y en las cadenas tróficas (Cutz *et al.*, 2003). Son conocidas sus aumentos de abundancia periódicos en relación a la humedad y la temperatura ambiente, mientras que en algunas comunidades las poblaciones de estos detritívoros suelen estar negativamente correlacionadas (Reddy, 1984 y citas referidas).

Por otro lado, los aumentos de abundancia de herbívoros en el período húmedo y cálido puede deberse a la arquitectura del estrato arbustivo, también con variación estacional, que tendría una influencia indirecta en la comunidad de insectos que viven en dependencia a la vegetación, al modificarse la diversidad de la vegetación herbácea y los recursos alimentarios disponibles para estos insectos (Flores *et al.*, 2004). Del total de herbívoros, las hormigas dominaron ampliamente en número tanto en época seca como húmeda, situación que probablemente refleje una combinación de dominancia y hábitos sociales gregarios.

Dentro de los predadores, los escorpiones fueron los arácnidos de mayor respuesta a la estacionalidad de las lluvias. Si bien se encontraron presentes en ambos períodos, su abundancia poblacional fue mucho mayor en el período de lluvias. Se ha demostrado que la tasa de crecimiento se encuentra influenciada por la temperatura ambiente de sus cuevas y la abundancia de sus ítems presa (Polis y Farley, 1979). La respuesta de las arañas en relación a los escorpiones puede incluir una interacción de predación entre individuos del mismo gremio. Las poblaciones de arañas pueden disminuir en presencia de los escorpiones, situación que puede tener dos posibles explicaciones: competencia por explotación o predación dentro del mismo grupo funcional (Polis y McCormick, 1986; Flores *et al.*, 2004).

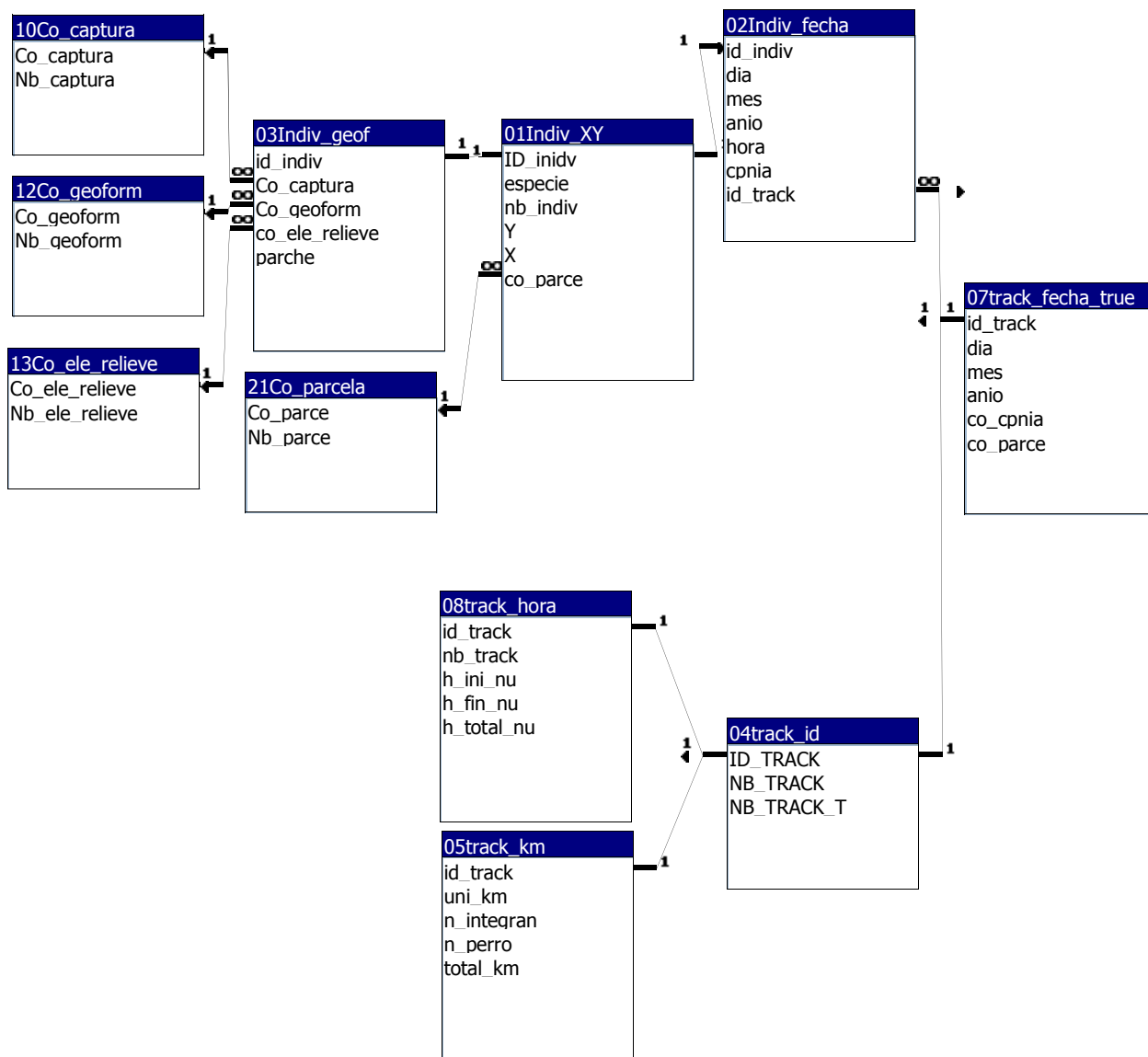
Anexo III

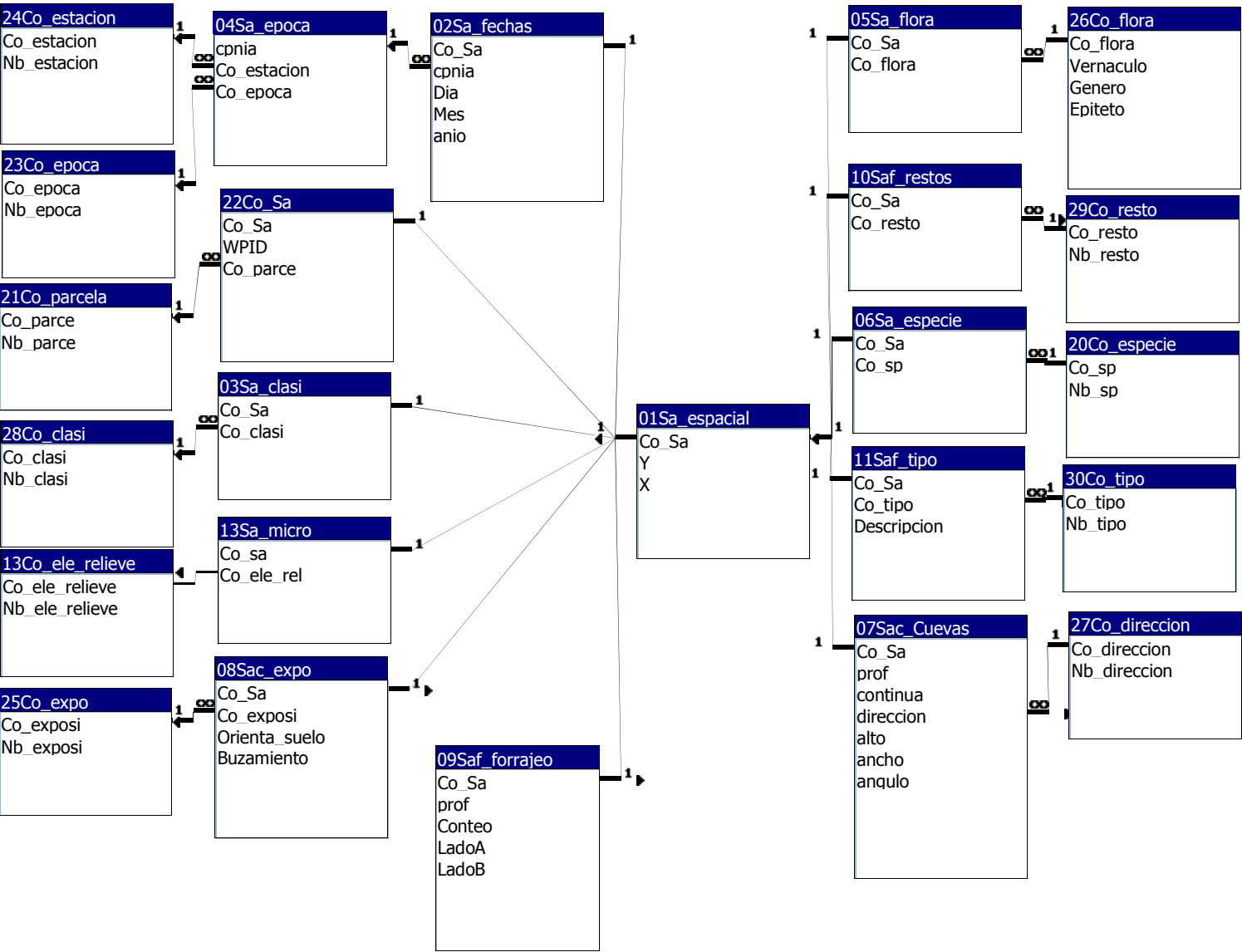
Esquemas de las bases de datos generadas



Relaciones existentes en BD_capturas

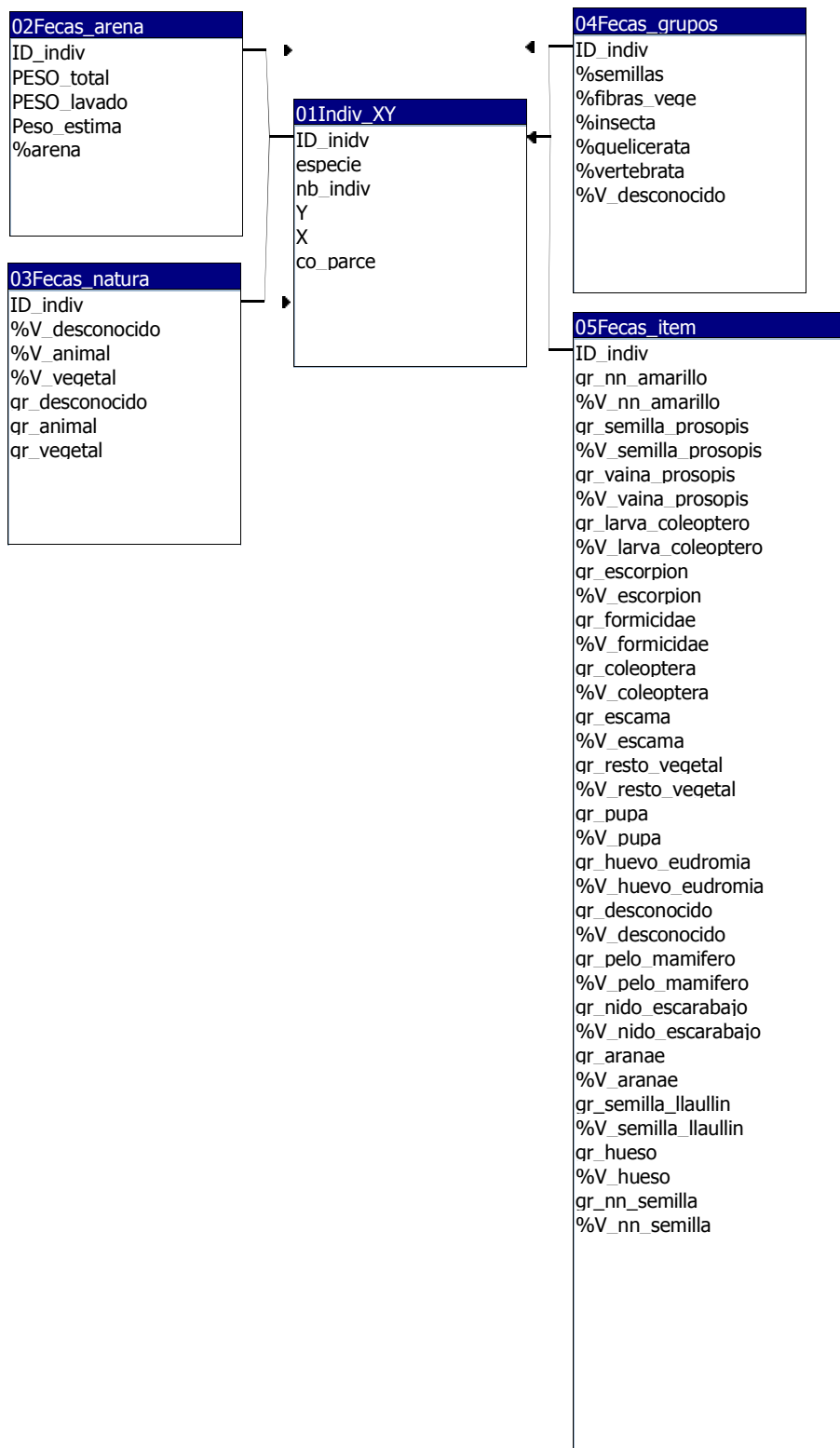
domingo, 16 de septiembre de 2012





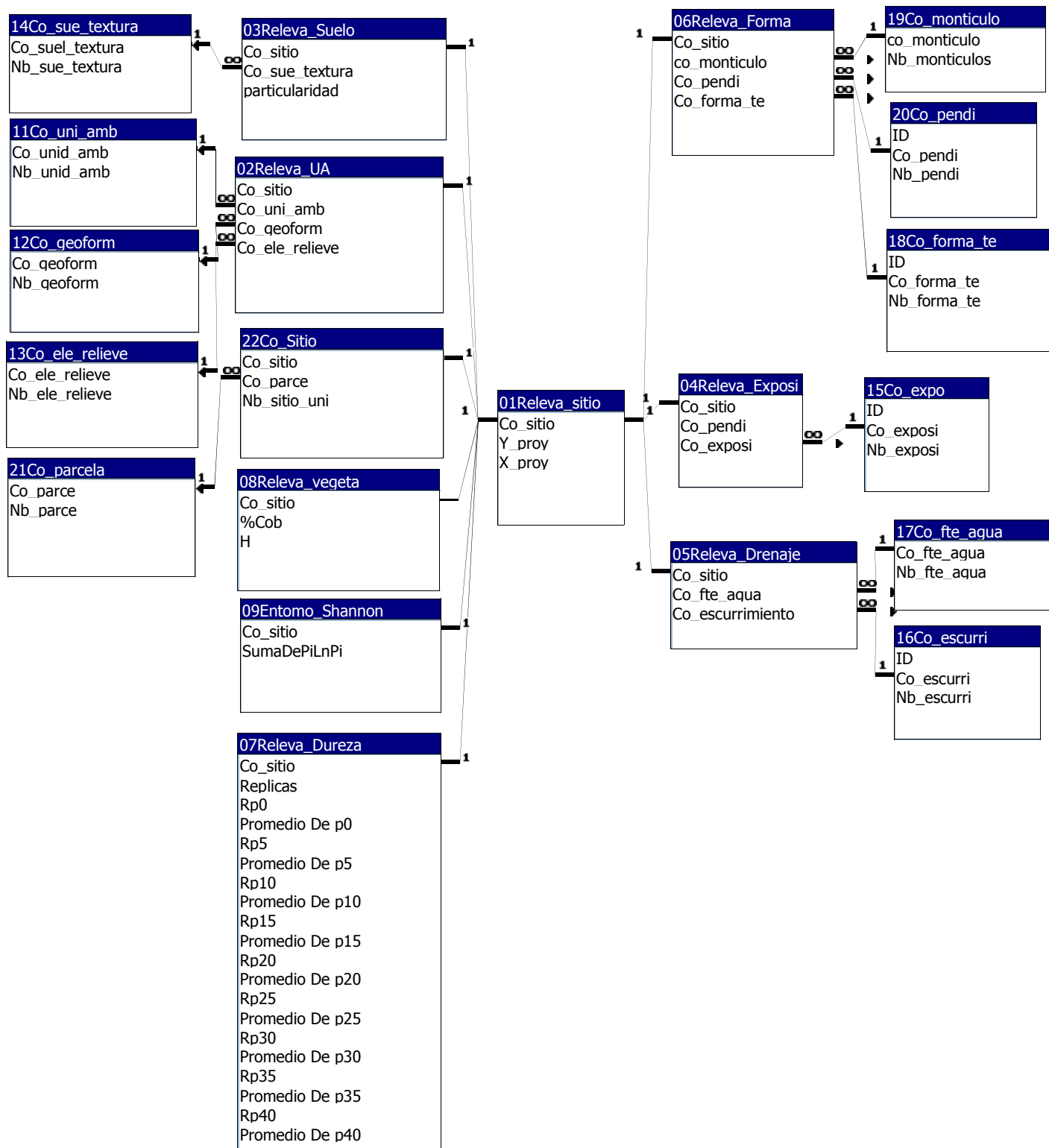
Relaciones existentes en BD_Dieta

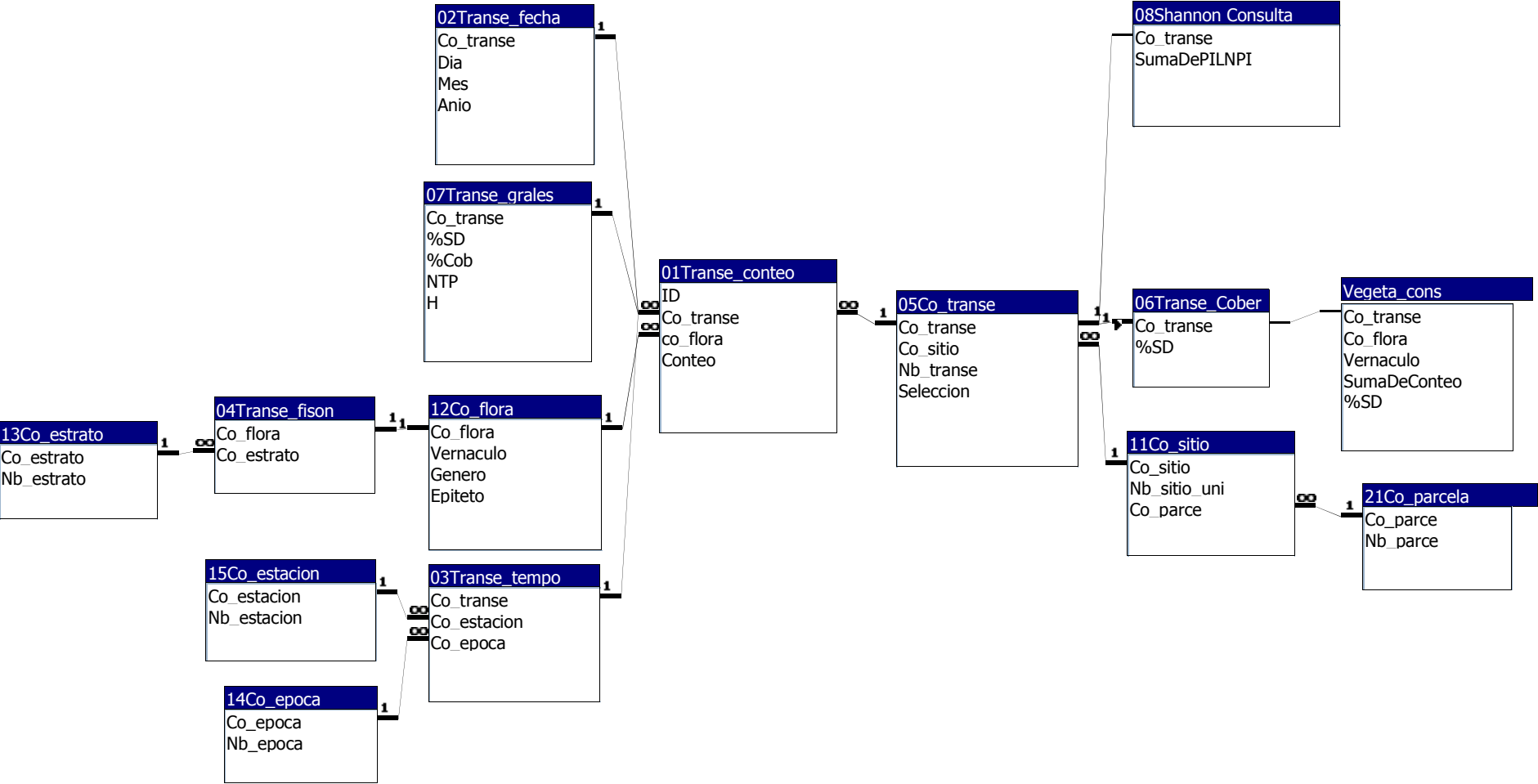
martes, 25 de septiembre de 2012

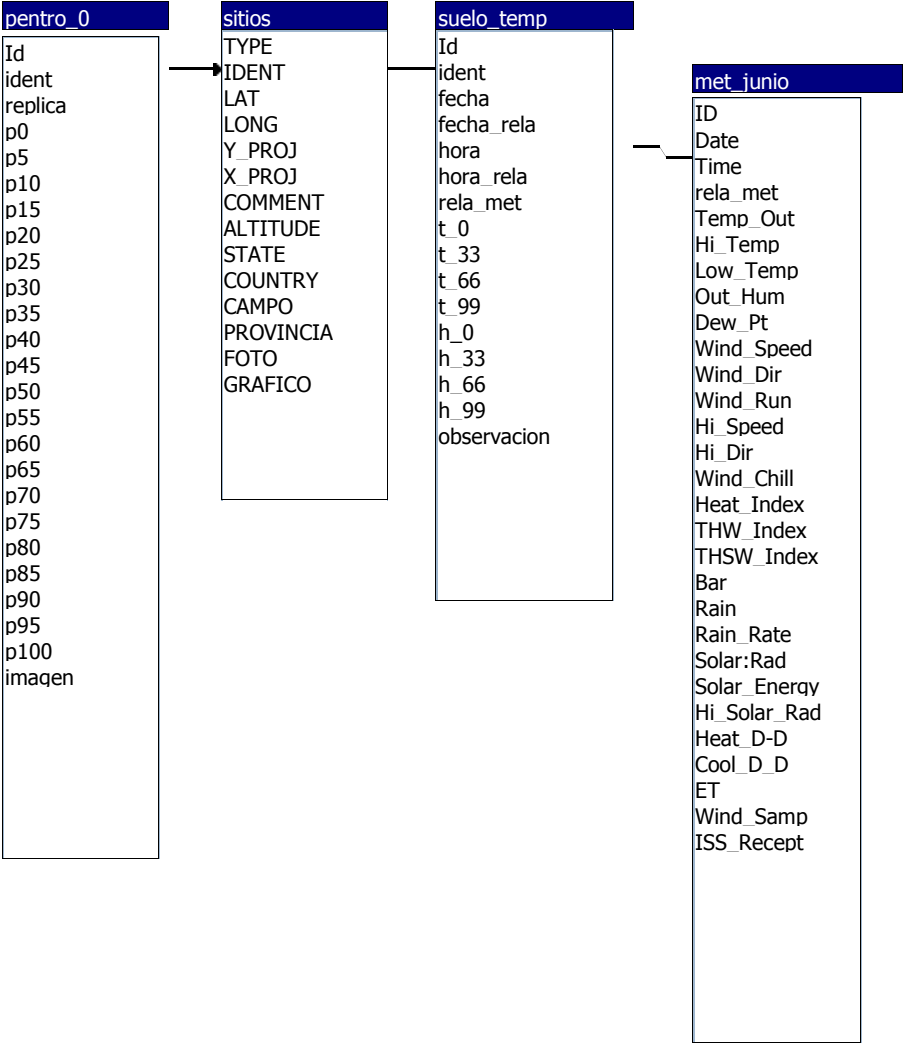


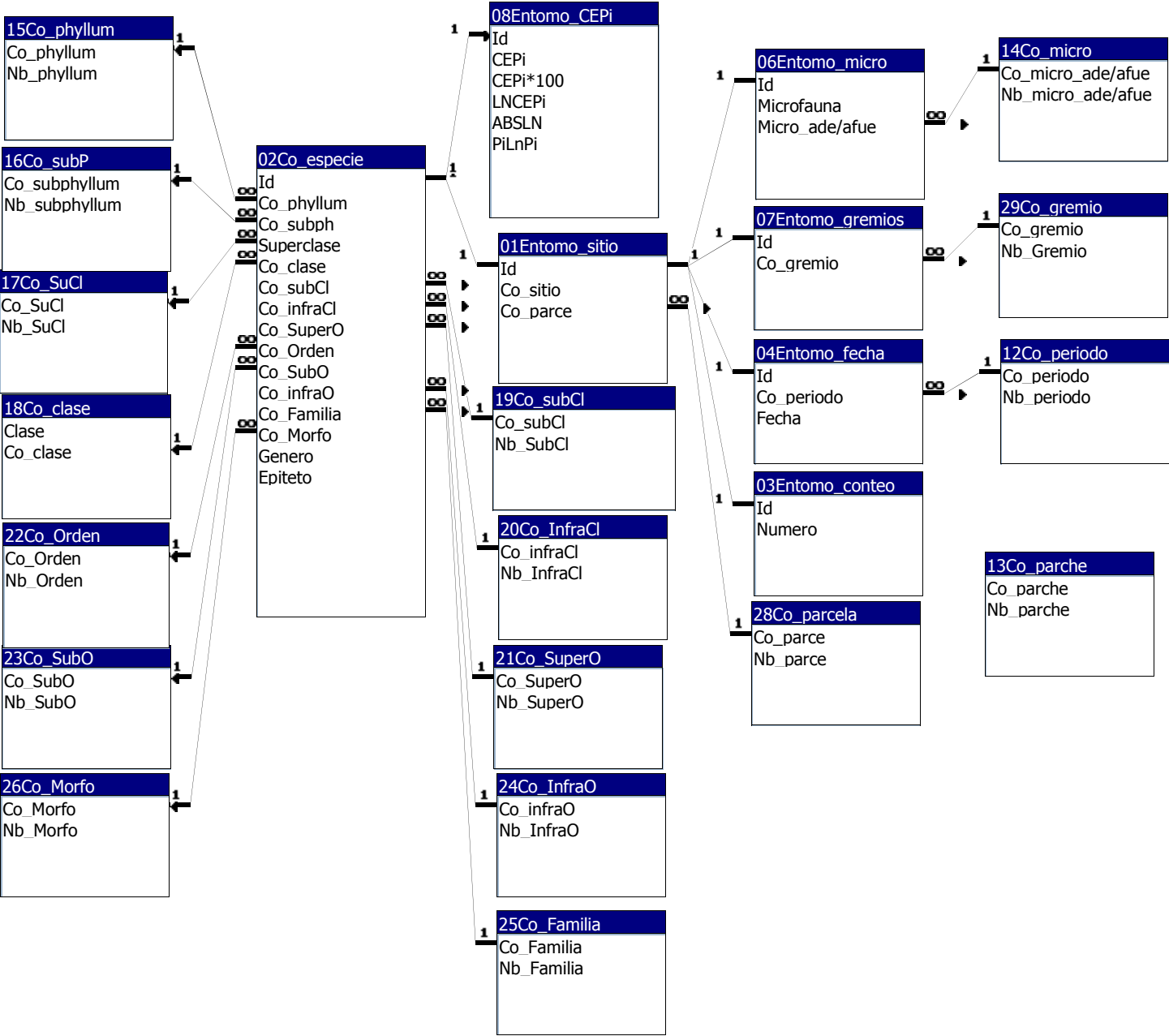
Relaciones existentes en BD_releva

miércoles, 26 de septiembre de 2012





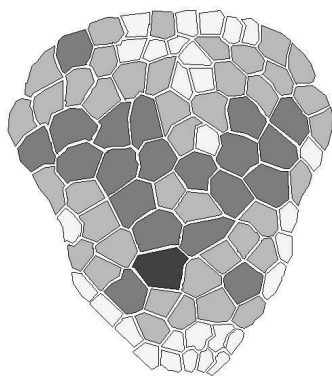




Anexo IV

Identificación de ejemplares de *Z. pichiy* en base al diseño de su escudete cefálico

cm02603

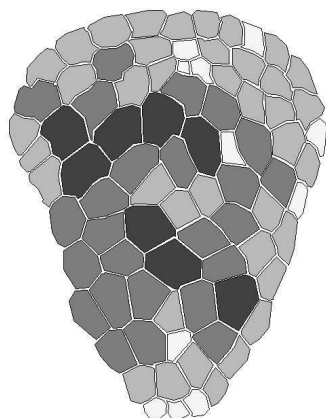


Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	IADIZA
escamas	91
arcos	SI
alto orbitario	73,9
asimetría (F)	0,42

cm02605

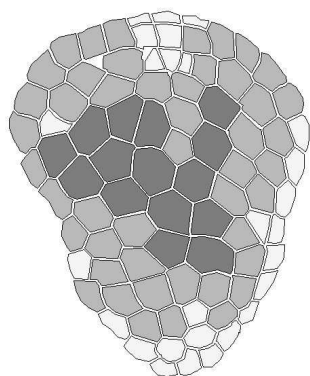


Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	IADIZA
escamas	83
arcos	SI
alto orbitario	74,0
asimetría (F)	0,27

cm02606

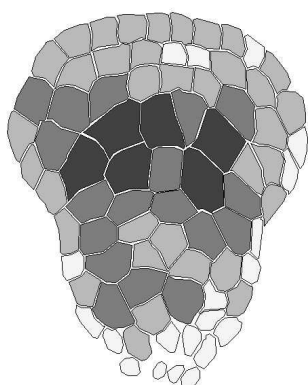


Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	IADIZA
escamas	89
arcos	SI
alto orbitario	75,9
asimetría (F)	0,3

cm02608

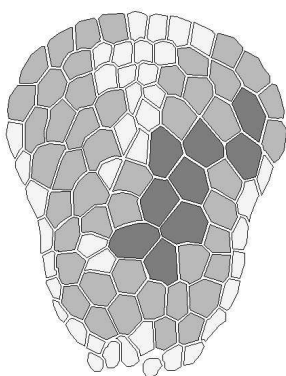


Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	IADIZA
escamas	79
arcos	SI
alto orbitario	73,8
asimetría (F)	0,7

cm02609

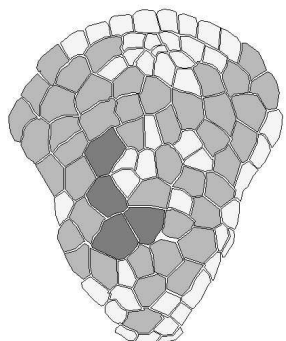


Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	IADIZA
escamas	97
arcos	SI
alto orbitario	74,6
asimetría (F)	0,51

CM02610

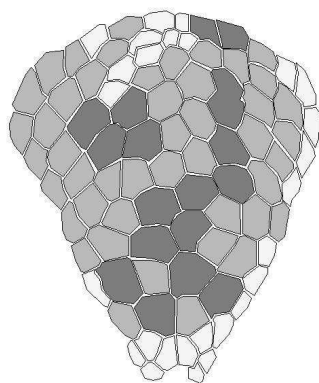


Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	IADIZA
escamas	94
arcos	SI
alto orbitario	77,2
asimetría (F)	0,44

CMo3309

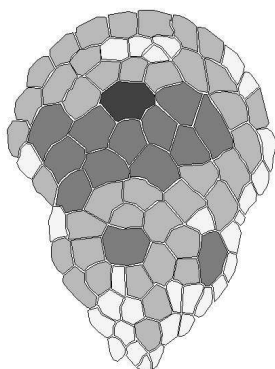


Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	IADIZA
escamas	89
arcos	SI
alto orbitario	75,2
asimetría (F)	0,33

CMo6369

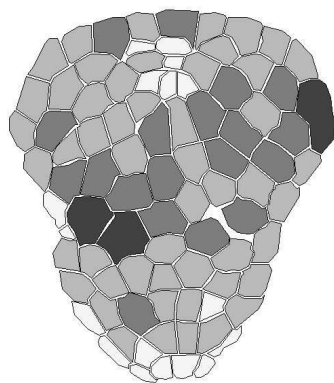


Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	IADIZA
escamas	84
arcos	SI
alto orbitario	76,2
asimetría (F)	0,57

CMo6371

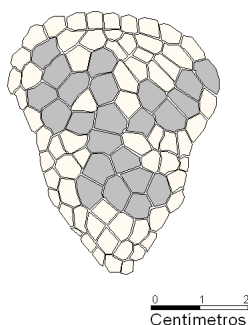


Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	IADIZA
escamas	90
arcos	SI
alto orbitario	74,1
asimetría (F)	0,29

CM07026

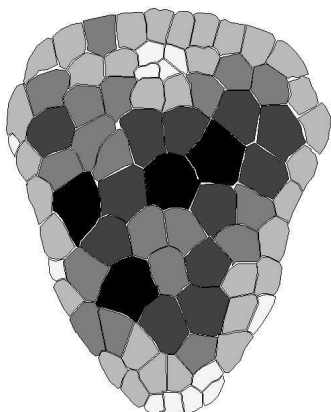


Clase áreas rango áreas rango áreas (%)

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	IADIZA
escamas	88
arcos	SI
alto orbitario	76,5
asimetría (F)	0,3

ZP-08-02

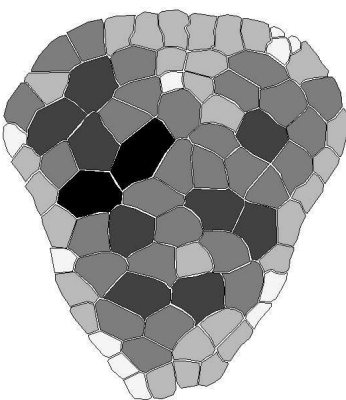


Clase áreas rango áreas rango áreas (%)

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Seitz
escamas	80
arcos	SI
alto orbitario	76,1
asimetría (F)	0,74

ZP-08-04

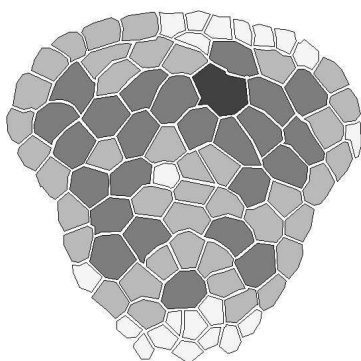


Clase áreas rango áreas rango áreas (%)

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Seitz
escamas	80
arcos	SI
alto orbitario	71,0
asimetría (F)	0,47

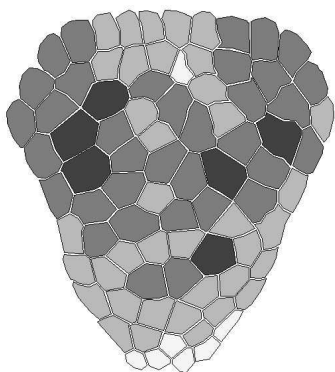
ZP-08-05



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Seitz
escamas	87
arcos	SI
alto orbitario	75,9
asimetría (F)	0,35

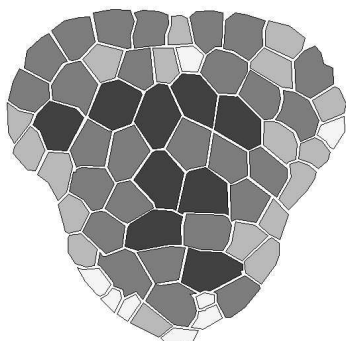
ZP-08-06



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Seitz
escamas	85
arcos	NO
alto orbitario	0,0
asimetría (F)	0,08

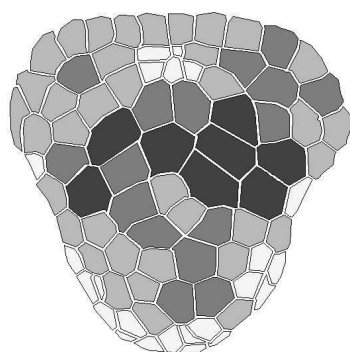
ZP-08-07



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Seitz
escamas	62
arcos	SI
alto orbitario	77,8
asimetría (F)	-0,14

ZP-08-08

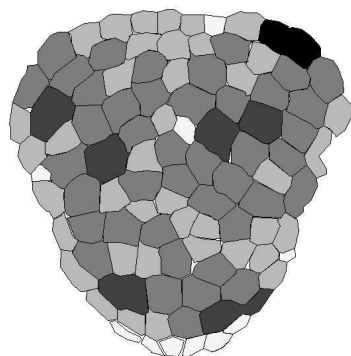


Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Seitz
escamas	84
arcos	SI
alto orbitario	75.3
asimetría (F)	0,48

ZP-08-13

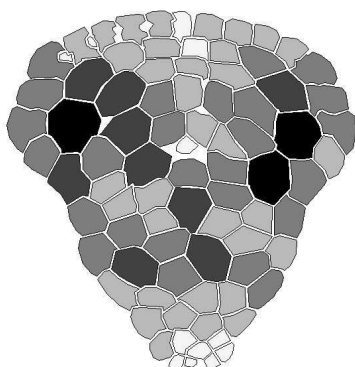


Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Seitz
escamas	99
arcos	SI
alto orbitario	73,2
asimetría (F)	0,23

ZP-08-14

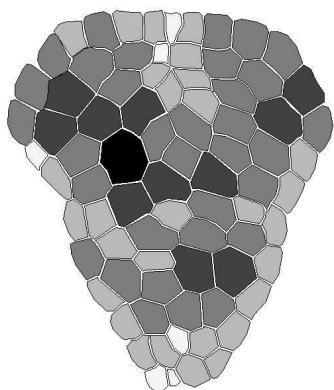


Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Seitz
escamas	88
arcos	SI
alto orbitario	74,6
asimetría (F)	0,27

ZP-08-15

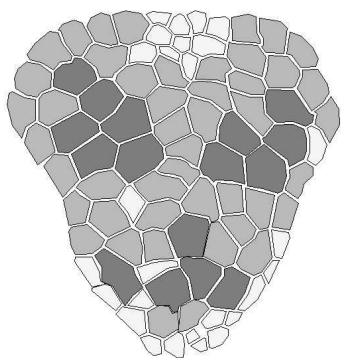


Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Seitz
escamas	80
arcos	SI
alto orbitario	74,1
asimetría (F)	0,17

ZP-09-22

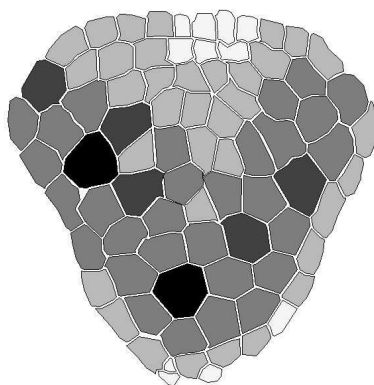


Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Seitz
escamas	89
arcos	SI
alto orbitario	77,6
asimetría (F)	0,07

ZP-09-23

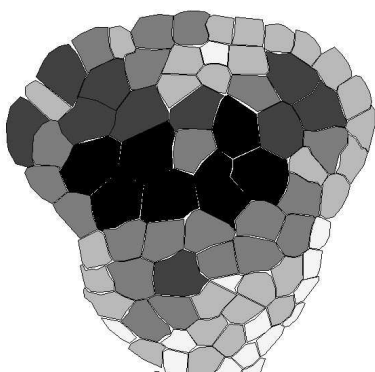


Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Seitz
escamas	83
arcos	SI
alto orbitario	75,6
asimetría (F)	0,58

ZP-09-25

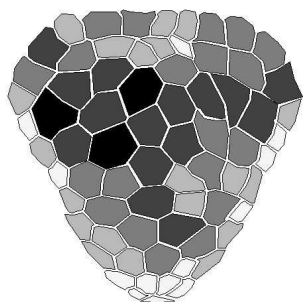


Clase áreas rango áreas rango áreas (%)

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Seitz
escamas	84
arcos	SI
alto orbitario	72,5
asimetría (F)	0,66

ZP-09-26

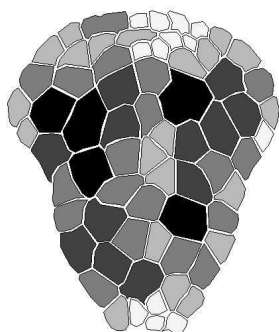


Clase áreas rango áreas rango áreas (%)

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Seitz
escamas	71
arcos	SI
alto orbitario	76,0
asimetría (F)	0,14

ZP-09-28

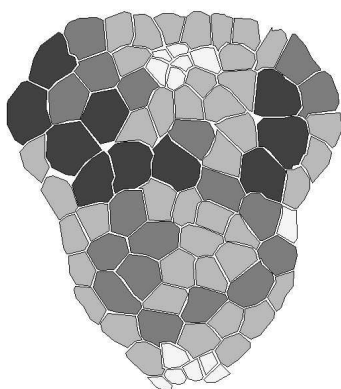


Clase áreas rango áreas rango áreas (%)

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Seitz
escamas	70
arcos	SI
alto orbitario	75,3
asimetría (F)	0,74

ZP-09-31

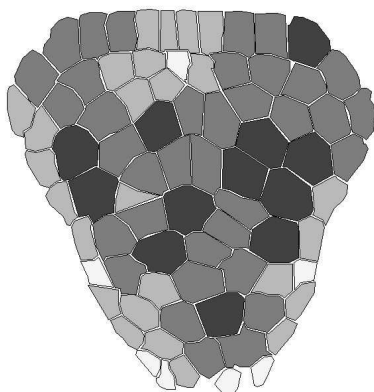


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Seitz
escamas	83
arcos	SI
alto orbitario	76,4
asimetría (F)	0,41

ZP-09-32

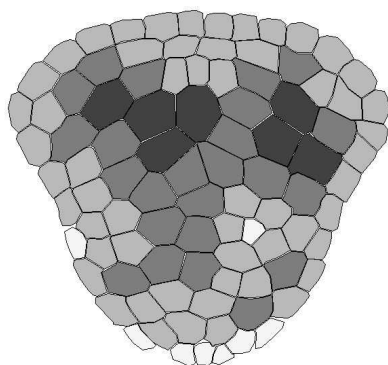


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Seitz
escamas	81
arcos	SI
alto orbitario	73,3
asimetría (F)	0,05

ZP100

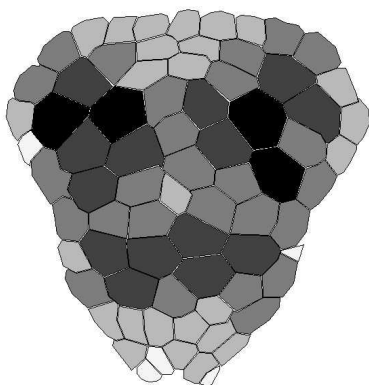


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	95
arcos	SI
alto orbitario	77,0
asimetría (F)	0,58

ZP102

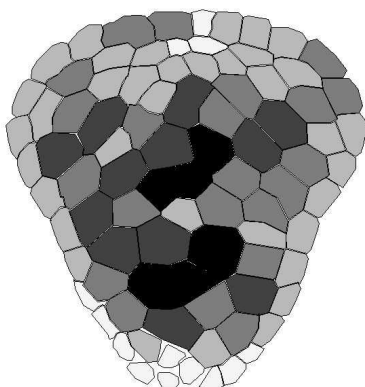


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	75
arcos	SI
alto orbitario	73,8
asimetría (F)	0,29

ZP106

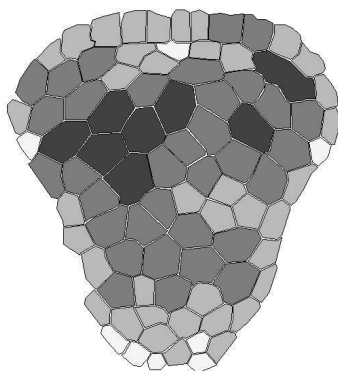


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	86
arcos	SI
alto orbitario	75,3
asimetría (F)	1,83

ZP109

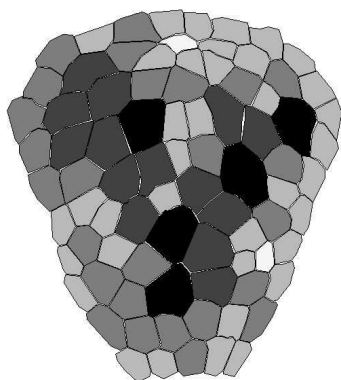


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	89
arcos	SI
alto orbitario	73,5
asimetría (F)	0,45

ZP114

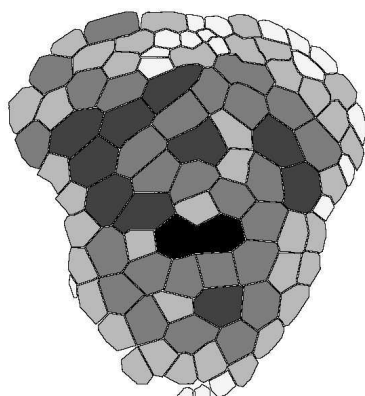


Clase áreas rango áreas rango áreas (%)

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	84
arcos	SI
alto orbitario	73,0
asimetría (F)	0,88

zp115

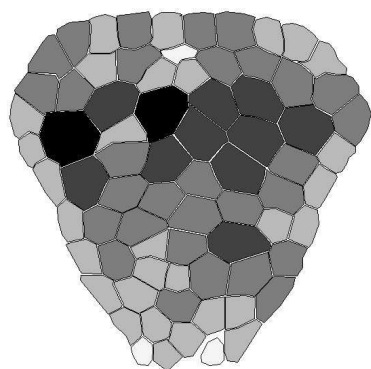


Clase áreas rango áreas rango áreas (%)

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	98
arcos	SI
alto orbitario	76,6
asimetría (F)	0,06

ZP117

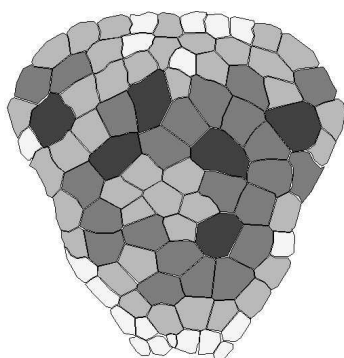


Clase áreas rango áreas rango áreas (%)

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	75
arcos	SI
alto orbitario	75,5
asimetría (F)	0,88

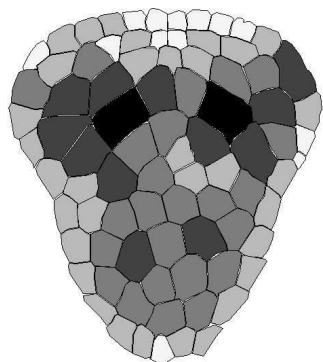
ZP122



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	89
arcos	SI
alto orbitario	75,6
asimetría (F)	0,52

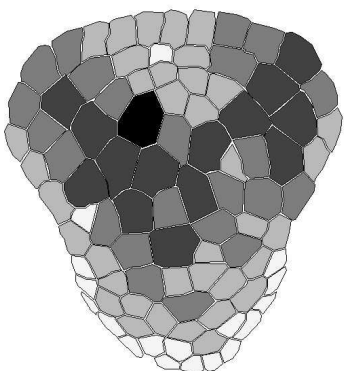
ZP148



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	84
arcos	SI
alto orbitario	74,9
asimetría (F)	0,52

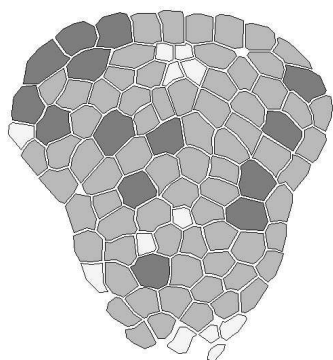
ZP149



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	93
arcos	SI
alto orbitario	71,1
asimetría (F)	0,46

ZP167

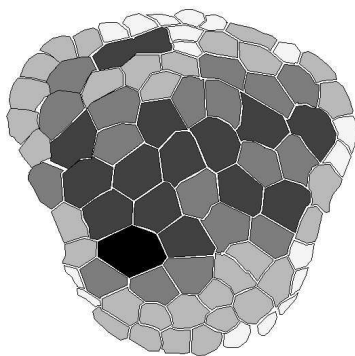


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	96
arcos	SI
alto orbitario	74,2
asimetría (F)	-0,06

ZP168

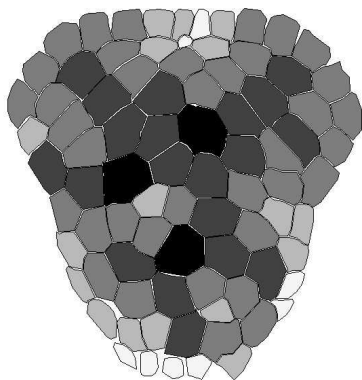


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	82
arcos	SI
alto orbitario	73,0
asimetría (F)	0,32

ZP175

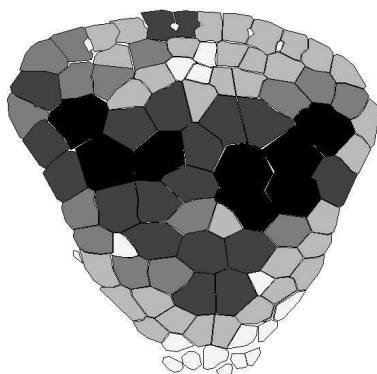


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	85
arcos	SI
alto orbitario	73,0
asimetría (F)	-0,13

ZP187

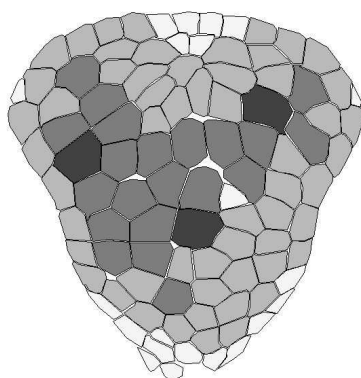


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	98
arcos	NO
alto orbitario	0,0
asimetría (F)	0,42

ZP189

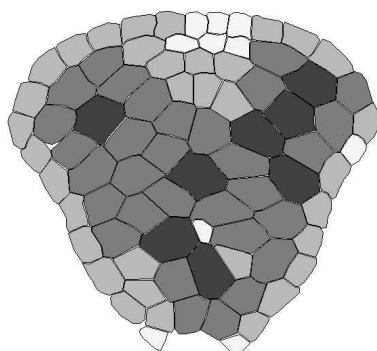


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	101
arcos	NO
alto orbitario	0,0
asimetría (F)	0,22

ZP19

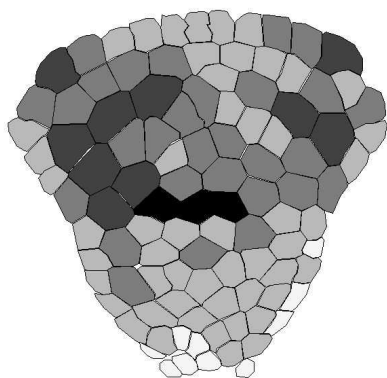


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	83
arcos	SI
alto orbitario	77,8
asimetría (F)	0,2

ZP296

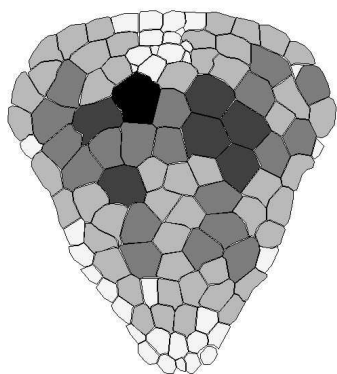


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	102
arcos	SI
alto orbitario	73,7
asimetría (F)	1,19

ZP302

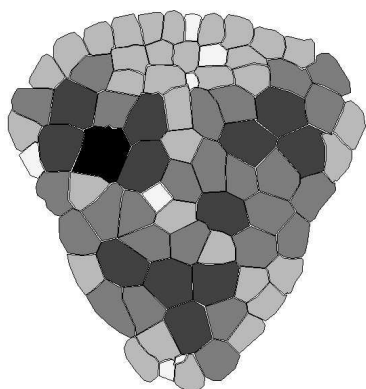


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	111
arcos	SI
alto orbitario	77,4
asimetría (F)	0,54

ZP304

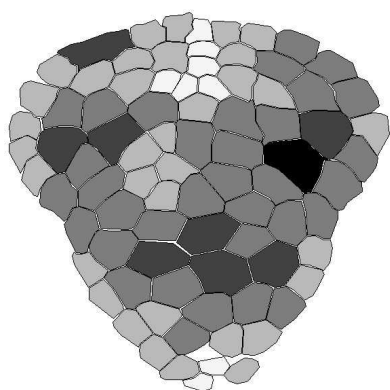


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	80
arcos	SI
alto orbitario	74,9
asimetría (F)	0,22

ZP307

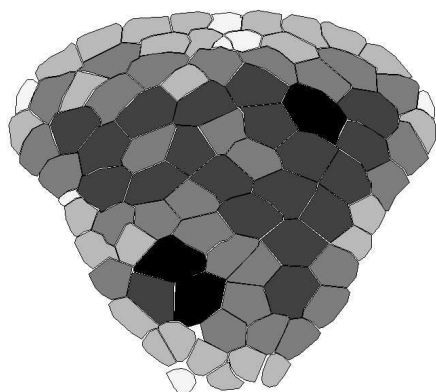


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	84
arcos	SI
alto orbitario	75,9
asimetría (F)	0,34

ZP310

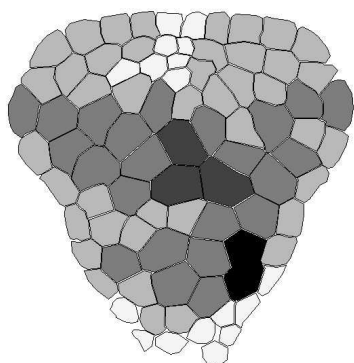


Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	86
arcos	NO
alto orbitario	0,0
asimetría (F)	0,02

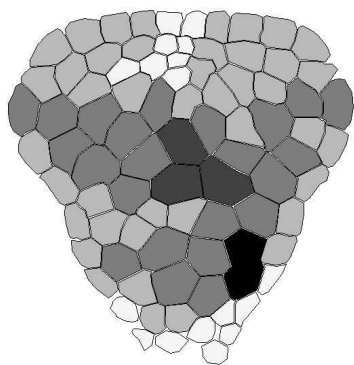
ZP33



Clase áreas **rango áreas** **rango áreas (%)**

1		0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2		0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3		0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4		0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5		0.02 - 0.03	2% - 3%

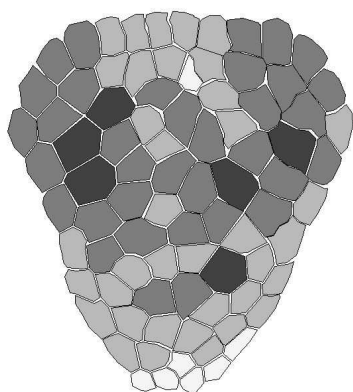
Fuente	Superina
escamas	86
arcos	SI
alto orbitario	76,8
asimetría (F)	0,58



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	86
arcos	SI
alto orbitario	76,8
asimetría (F)	0,58

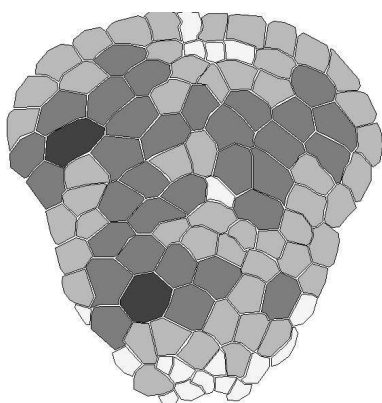
ZP351



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	85
arcos	NO
alto orbitario	76,2
asimetría (F)	0,09

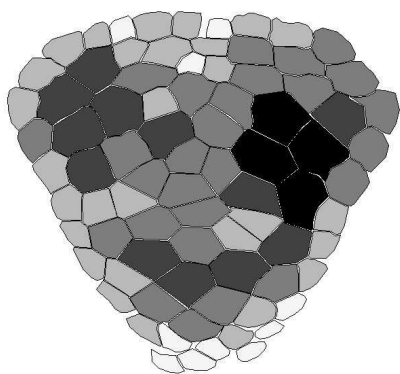
ZP359



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	105
arcos	SI
alto orbitario	76,2
asimetría (F)	0,02

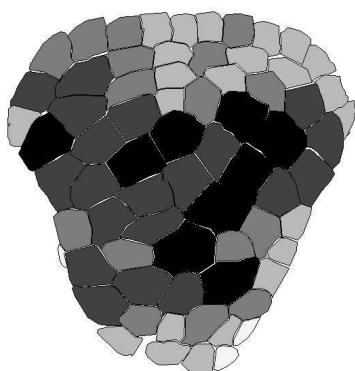
ZP361



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	82
arcos	SI
alto orbitario	74,9
asimetría (F)	0,36

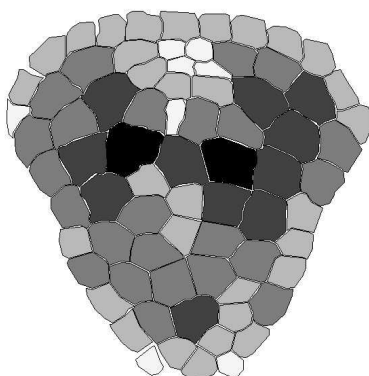
ZP362



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	71
arcos	SI
alto orbitario	76,5
asimetría (F)	0,24

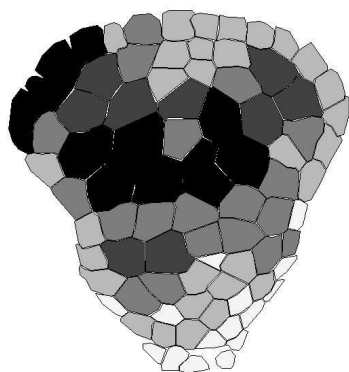
ZP363



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	76
arcos	SI
alto orbitario	75,2
asimetría (F)	0,35

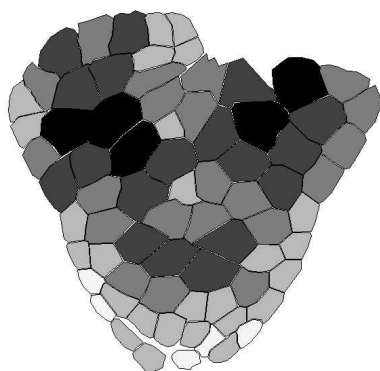
ZP375



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	84
arcos	SI
alto orbitario	72,3
asimetría (F)	0,66

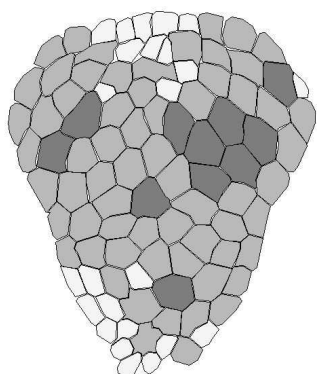
ZP377



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	75
arcos	SI
alto orbitario	72,9
asimetría (F)	0,28

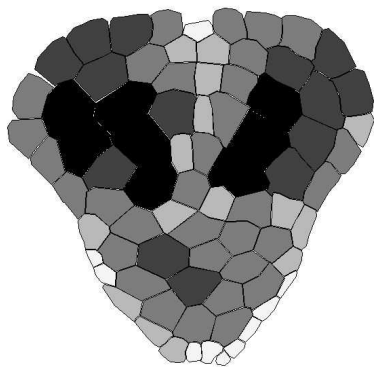
ZP38



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	99
arcos	SI
alto orbitario	76,6
asimetría (F)	0,05

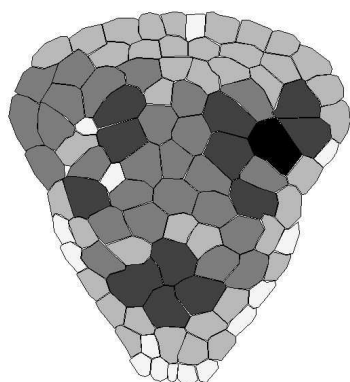
ZP387



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	79
arcos	SI
alto orbitario	73,8
asimetría (F)	0,14

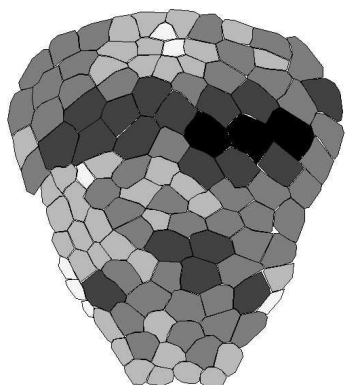
ZP388



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	95
arcos	SI
alto orbitario	75,5
asimetría (F)	0,38

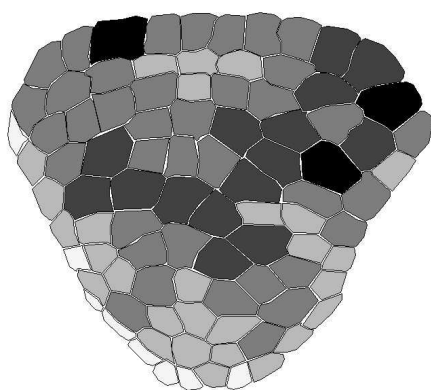
ZP389



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	115
arcos	NO
alto orbitario	0,0
asimetría (F)	0,24

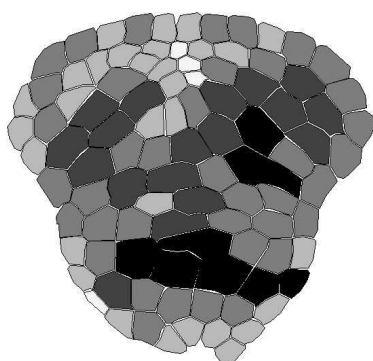
ZP390



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	92
arcos	NO
alto orbitario	0,0
asimetría (F)	0,12

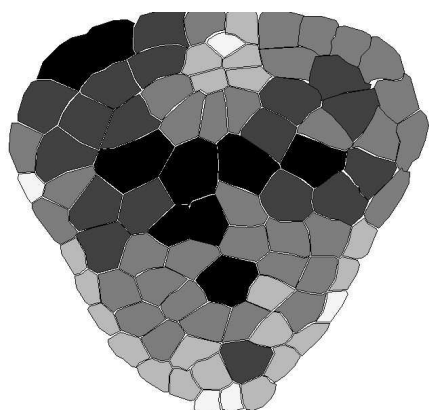
ZP391



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	98
arcos	SI
alto orbitario	70,3
asimetría (F)	0,62

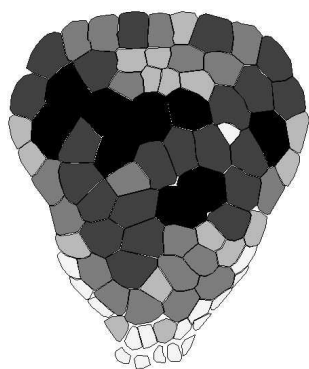
ZP392



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	84
arcos	NO
alto orbitario	0,0
asimetría (F)	1,19

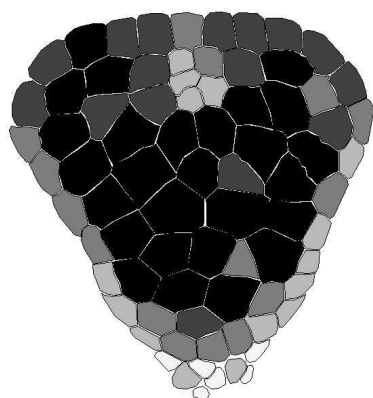
ZP393



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	84
arcos	SI
alto orbitario	70,7
asimetría (F)	0,02

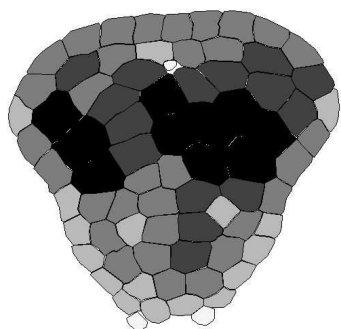
ZP397



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	79
arcos	NO
alto orbitario	0,0
asimetría (F)	0,28

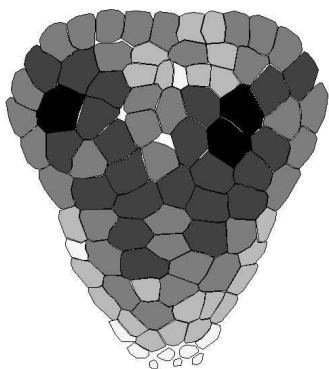
ZP407



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	77
arcos	SI
alto orbitario	72,7
asimetría (F)	0,36

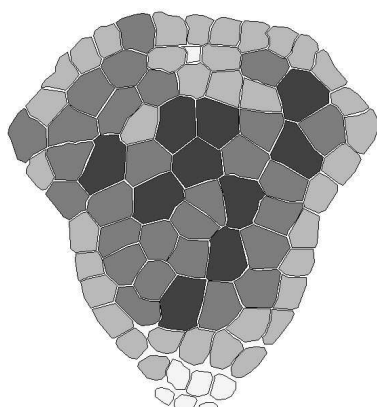
ZP411



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	91
arcos	SI
alto orbitario	69,8
asimetría (F)	0,74

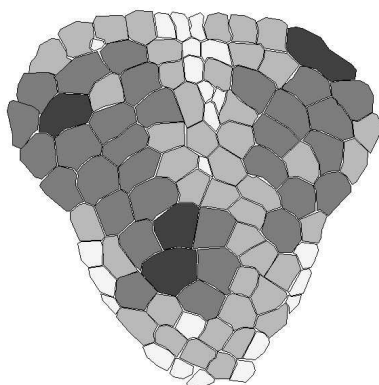
ZP51



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	82
arcos	SI
alto orbitario	73,2
asimetría (F)	0,21

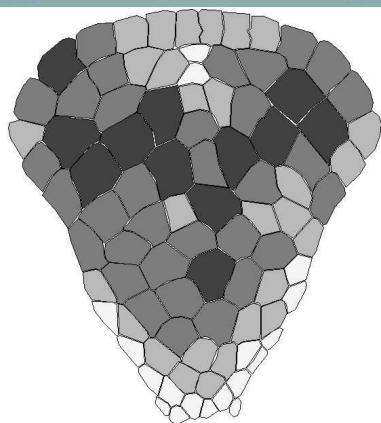
ZP61



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	102
arcos	SI
alto orbitario	74,7
asimetría (F)	0,28

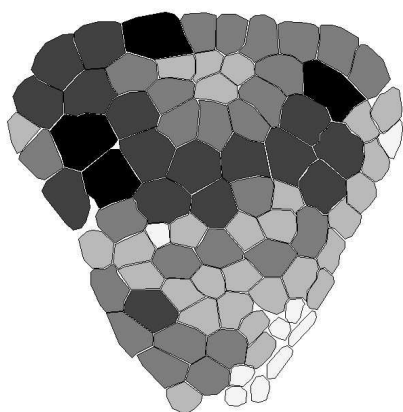
ZP63



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	91
arcos	SI
alto orbitario	74,7
asimetría (F)	0,05

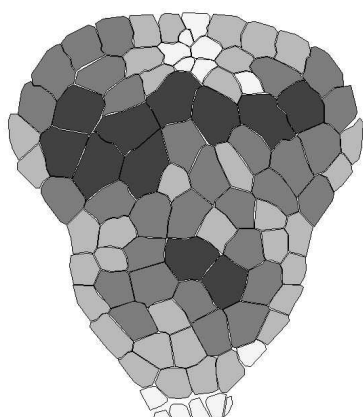
ZP64



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	84
arcos	SI
alto orbitario	72,6
asimetría (F)	0,43

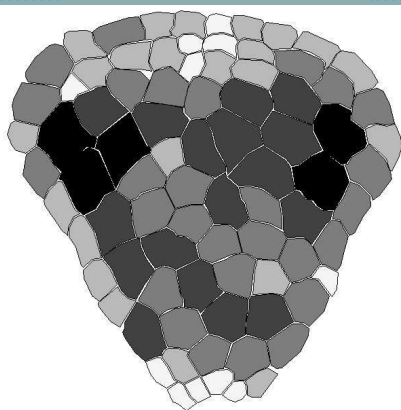
ZP65



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

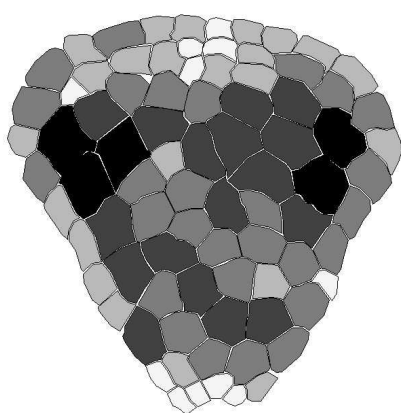
Fuente	Superina
escamas	90
arcos	SI
alto orbitario	74,8
asimetría (F)	0,23

ZP94



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

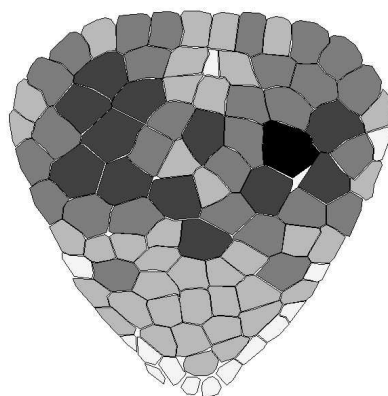
Fuente	Superina
escamas	84
arcos	NO
alto orbitario	0,0
asimetría (F)	0,23



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	84
arcos	NO
alto orbitario	0,0
asimetría (F)	0,23

ZP97



Clase áreas	rango áreas	rango áreas (%)
1	0.001 - 0.005	0.1% - 0.5%
2	0.005 - 0.01	0.5% - 1.0%
3	0.01 - 0.015	1.0% - 1.5%
4	0.015 - 0.02	1.5% - 2%
5	0.02 - 0.03	2% - 3%

Fuente	Superina
escamas	95
arcos	NO
alto orbitario	0,0
asimetría (F)	0,24

Anexo V

Archivos de salida de Maxent

V. 1. Codificación de grillas ambientales para los modelos de máxima entropía en la provincia

V. 1.1. Variables WorldClim

BIO1 = Annual Mean Temperature	
BIO2 = Mean Diurnal Range (Mean of monthly (max temp - min temp))	
BIO3 = Isothermality (P2/P7) (* 100)	
BIO4 = Temperature Seasonality (standard deviation *100)	
BIO5 = Max Temperature of Warmest Month	
BIO6 = Min Temperature of Coldest Month	
BIO7 = Temperature Annual Range (P5-P6)	
BIO8 = Mean Temperature of Wettest Quarter	
BIO9 = Mean Temperature of Driest Quarter	
BIO10 = Mean Temperature of Warmest Quarter	
BIO11 = Mean Temperature of Coldest Quarter	
BIO12 = Annual Precipitation	
BIO13 = Precipitation of Wettest Month	
BIO14 = Precipitation of Driest Month	
BIO15 = Precipitation Seasonality (Coefficient of Variation)	
BIO16 = Precipitation of Wettest Quarter	
BIO17 = Precipitation of Driest Quarter	
BIO18 = Precipitation of Warmest Quarter	
BIO19 = Precipitation of Coldest Quarter	

V.1.2. Suelos

Orden	gran_grupo	Co_grupo	
sin clasificar	sin clasificar	0	
Molisoles	Argixeroles	1	
Aridisoles	Calciortides	2	
Complejo indiferenci	Complejo indiferenciado	3	
Entisoles	Fluvacuantes	4	
Aridisoles	Gipsiortides	5	
Glaciar	Glaciar	6	
Aridisoles	Haplagirdes	7	
Molisoles	Haploxeroles	8	
Molisoles	Haplustoles	9	
Lagunas	Lagunas	10	
Medano	Medanos	11	
Aridisoles	Paleoargides	12	
Aridisoles	Paleortides	13	
Alfisoles	Palexeralfes	14	
Vertisoles	Peloxerertes	15	
Rio	Rios	16	
Roca	Rocas	17	

Salinas	Salinas	18	
Aridisoles	Salortides	19	
Entisoles	Torrifluventes	20	
Entisoles	Torriortentes	21	
Entisoles	Torripsamentes	22	

V.1.3. Ecorregiones

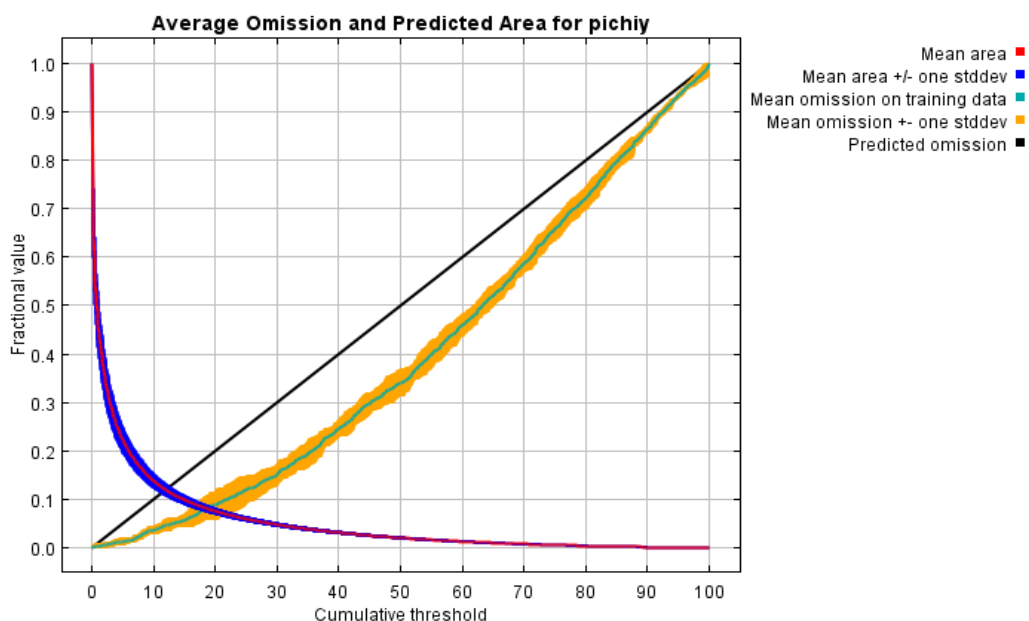
valor_ecorreg	Nb_ecorreg	Nombre	
1	NT0801	Espinal	
2	NT0210	Chaco Seco	
3	NT1008	Altos Andes	
4	NT1201	Matorral chileno	
5	NT0803	Pampa humeda	
6	NT0805	Estepa patagonica	
7	NT0404	Bosque Valdiviano	
8	NT0802	Monte llanuras y mesetas	
9	NT1010	Monte sierras y bolsones	

V.2. Replicated maxent model for *Z. pichiy* (pichiy) in Mendoza

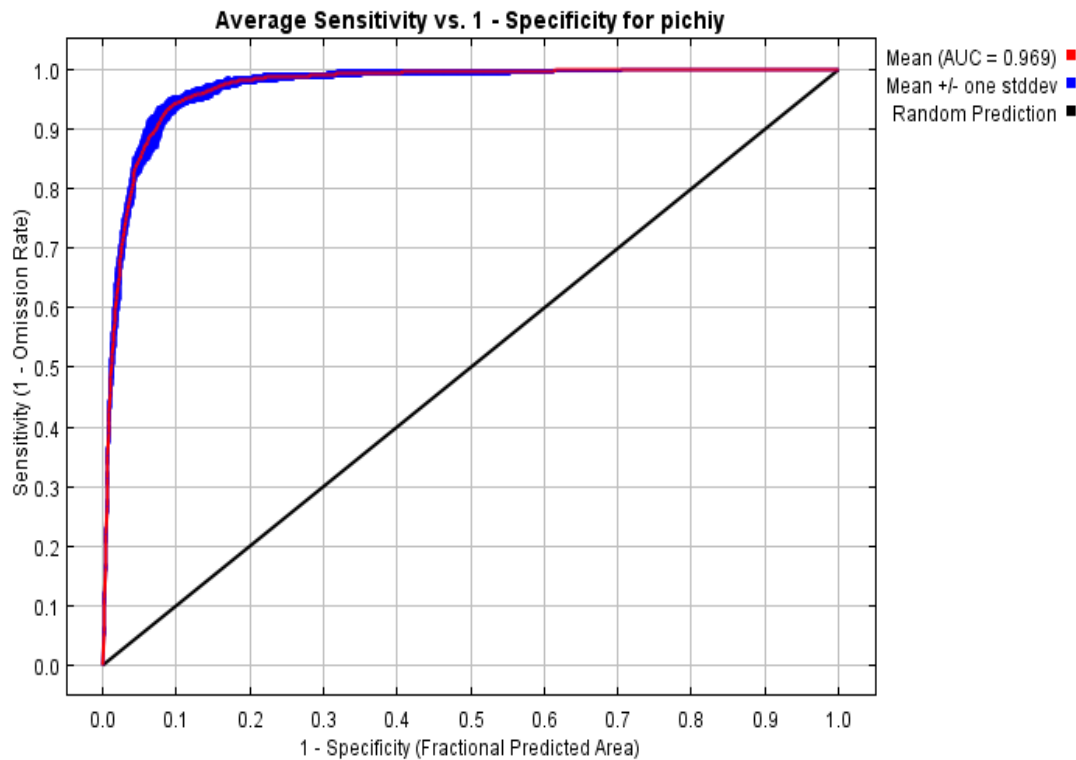
This page summarizes the results of 10 bootstrap models for *Z. pichiy*, created Fri Oct 12 14:03:40 GFT 2012 using Maxent version 3.3.3k. The individual models are here: [\[0\]](#) [\[1\]](#) [\[2\]](#) [\[3\]](#) [\[4\]](#) [\[5\]](#) [\[6\]](#) [\[7\]](#) [\[8\]](#) [\[9\]](#)

V.2.1. Analysis of omission/commission

The following picture shows the training omission rate and predicted area as a function of the cumulative threshold, averaged over the replicate runs.

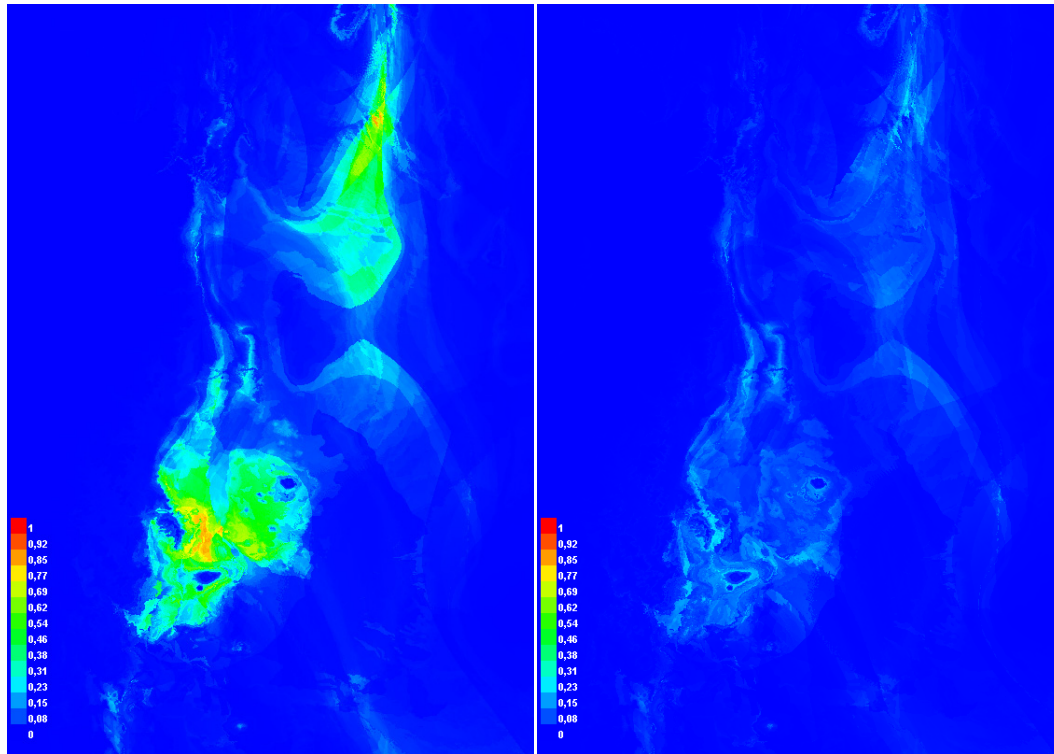


The next picture is the receiver operating characteristic (ROC) curve for the same data, again averaged over the replicate runs. Note that the specificity is defined using predicted area, rather than true commission (see the paper by Phillips, Anderson and Schapire cited on the help page for discussion of what this means). The average training AUC for the replicate runs is 0.969, and the standard deviation is 0.002.



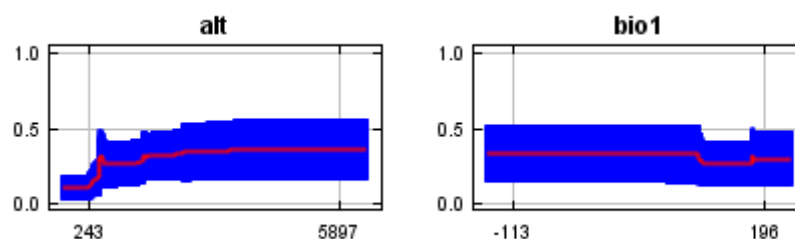
V.2.2. Pictures of the model

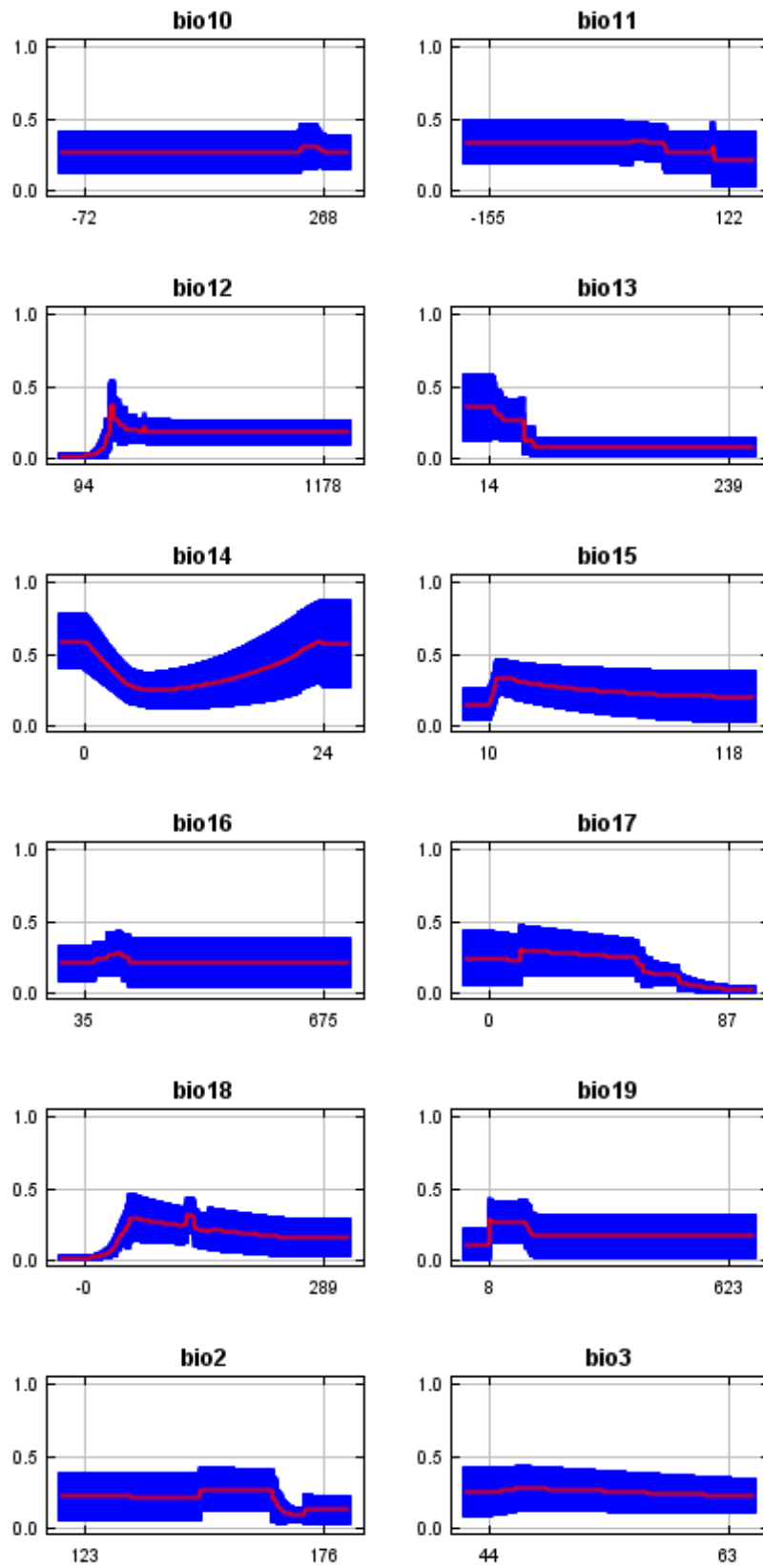
The following two pictures show the point-wise mean and standard deviation of the 10 output grids. Other available summary grids are [min](#), [max](#) and [median](#).

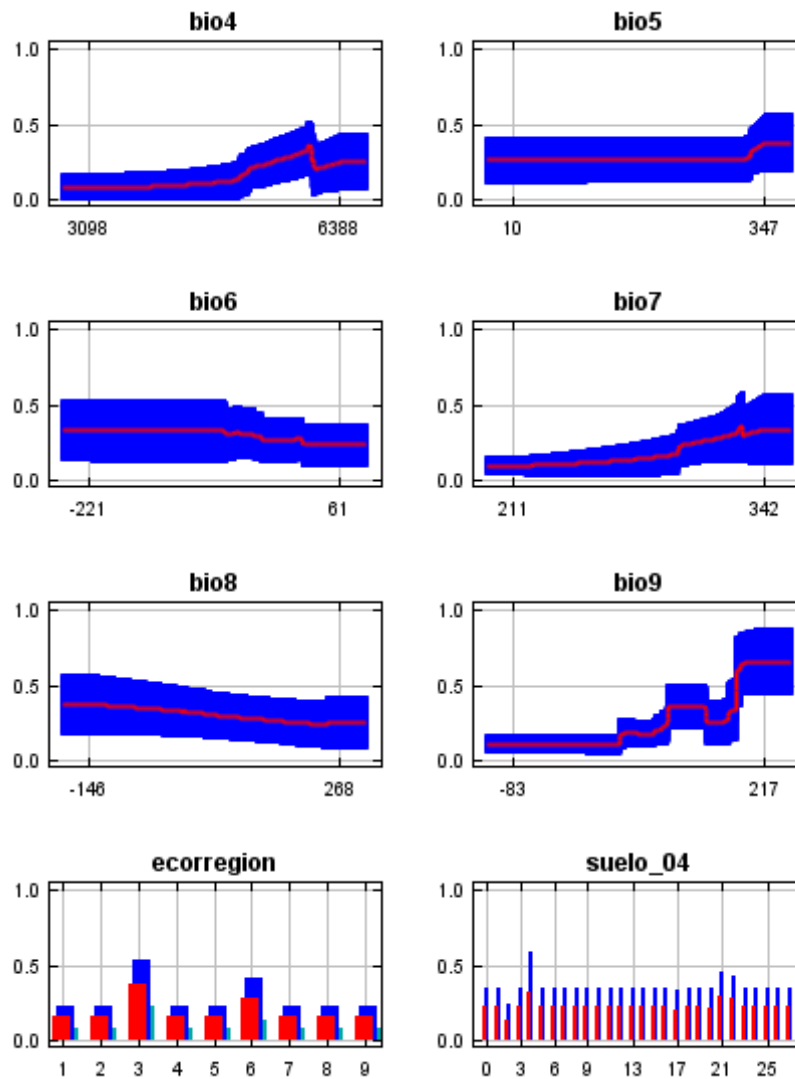


V.2.2. Response curves

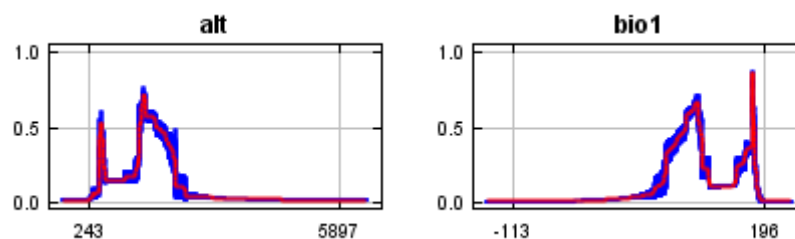
These curves show how each environmental variable affects the Maxent prediction. The curves show how the logistic prediction changes as each environmental variable is varied, keeping all other environmental variables at their average sample value. Click on a response curve to see a larger version. Note that the curves can be hard to interpret if you have strongly correlated variables, as the model may depend on the correlations in ways that are not evident in the curves. In other words, the curves show the marginal effect of changing exactly one variable, whereas the model may take advantage of sets of variables changing together. The curves show the mean response of the 10 replicate Maxent runs (red) and the mean \pm one standard deviation (blue, two shades for categorical variables).

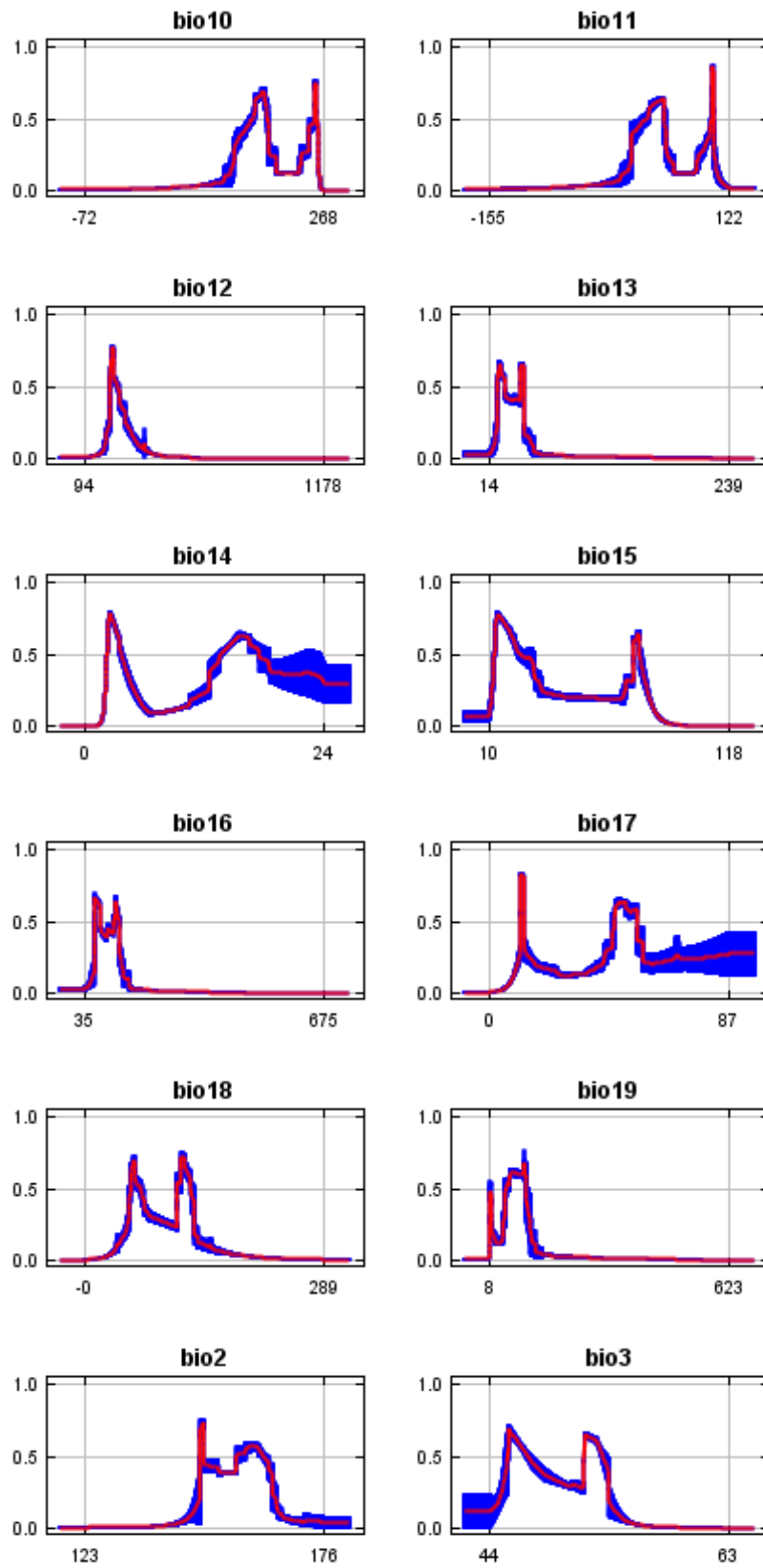


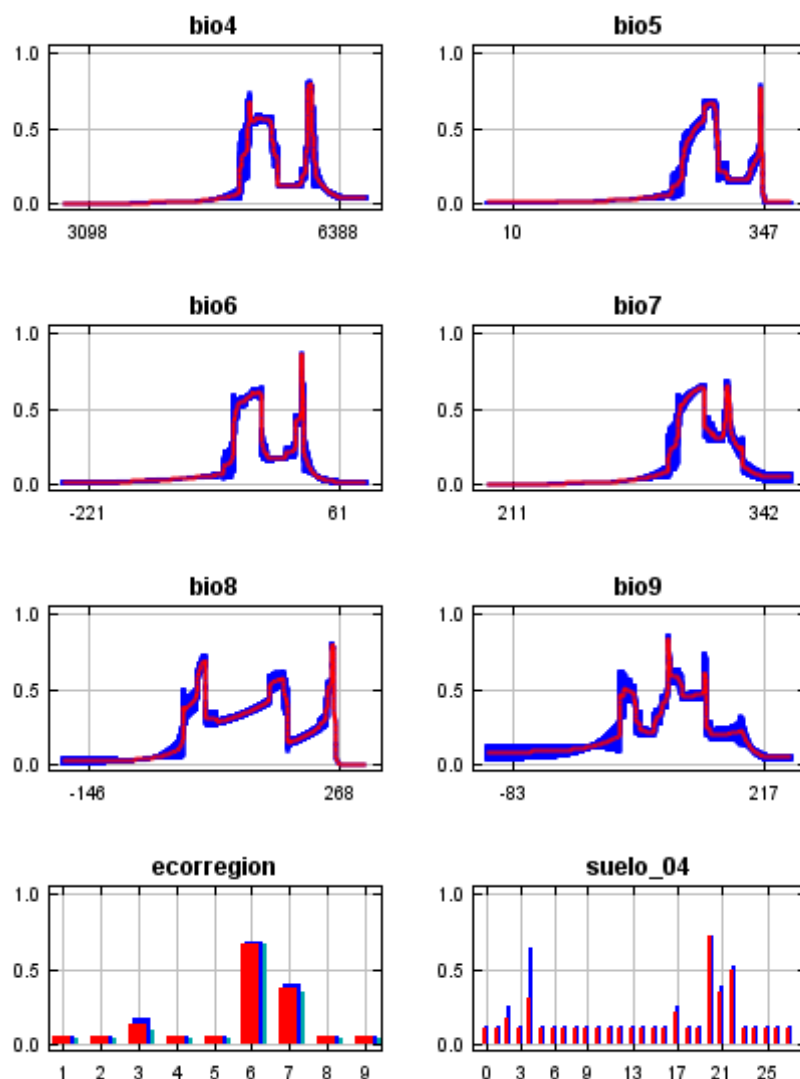




In contrast to the above marginal response curves, each of the following curves represents a different model, namely, a Maxent model created using only the corresponding variable. These plots reflect the dependence of predicted suitability both on the selected variable and on dependencies induced by correlations between the selected variable and other variables. They may be easier to interpret if there are strong correlations between variables.







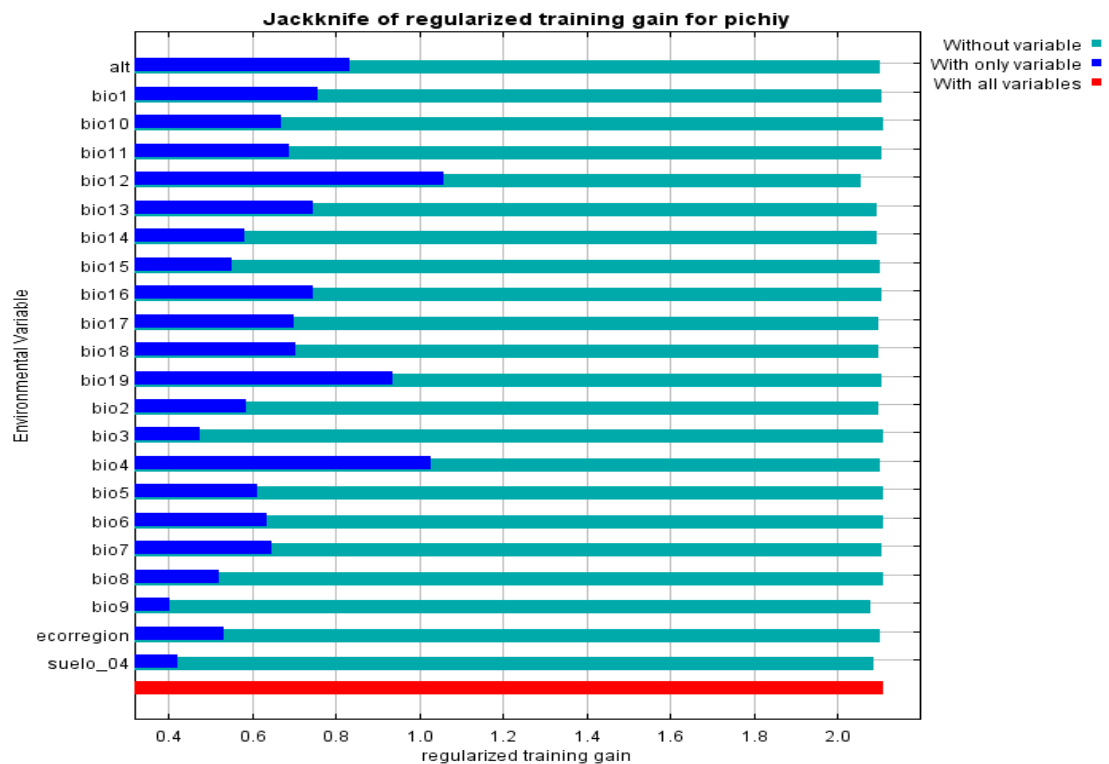
V.2.3. Analysis of variable contributions

The following table gives estimates of relative contributions of the environmental variables to the Maxent model. To determine the first estimate, in each iteration of the training algorithm, the increase in regularized gain is added to the contribution of the corresponding variable, or subtracted from it if the change to the absolute value of lambda is negative. For the second estimate, for each environmental variable in turn, the values of that variable on training presence and background data are randomly permuted. The model is reevaluated on the permuted data, and the resulting drop in training AUC is shown in the table, normalized to percentages. As with the variable jackknife, variable contributions should be interpreted with caution when the predictor variables are correlated. Values shown are averages over replicate runs.

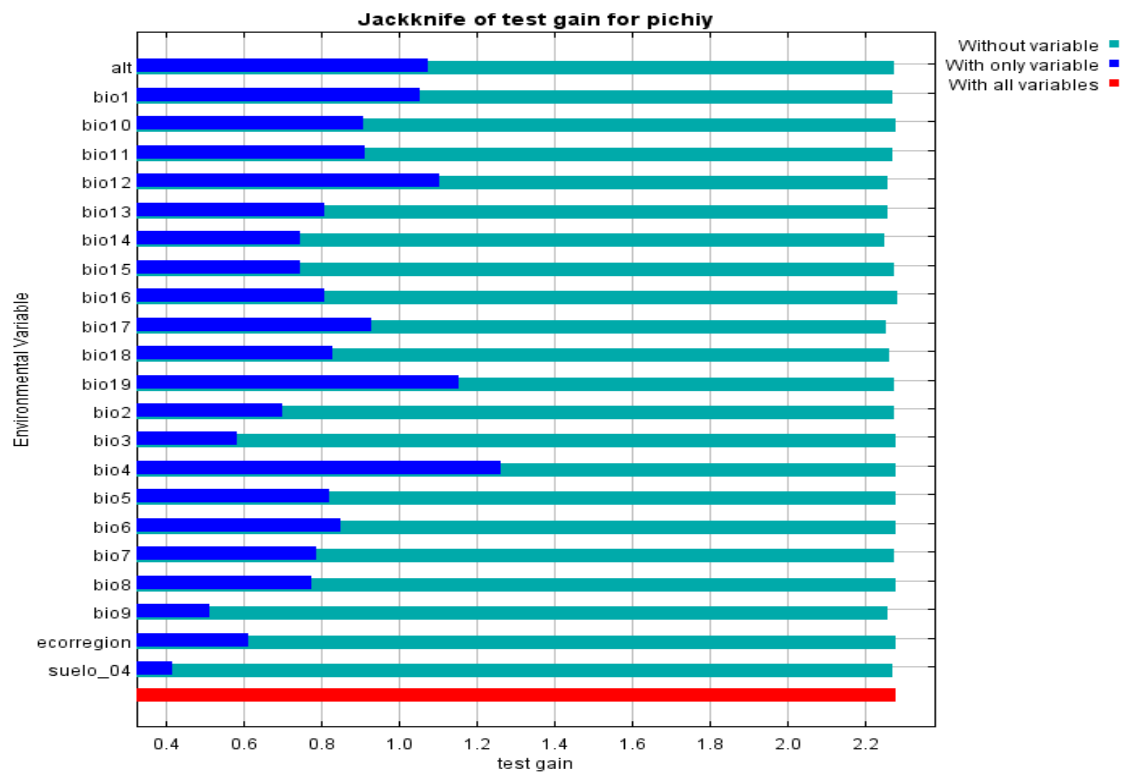
Variable	Percent contribution	Permutation importance
bio12	23.4	10.3

bio13	17.7	9.5
bio9	9.3	7.5
bio4	7.9	13.6
bio2	7.8	3.4
ecoregion	6.1	2.9
bio18	5.3	12.9
bio16	4.6	1.1
suelo_04	2.9	2.7
bio11	2.3	1.7
bio1	2.2	1.1
bio14	1.9	6
bio19	1.7	2
bio17	1.5	3.3
alt	1.5	3.9
bio7	1.4	7.4
bio6	1.2	0.9
bio8	0.5	1.6
bio15	0.3	5.9
bio5	0.2	1.3
bio10	0.2	0.8
bio3	0.1	0.3

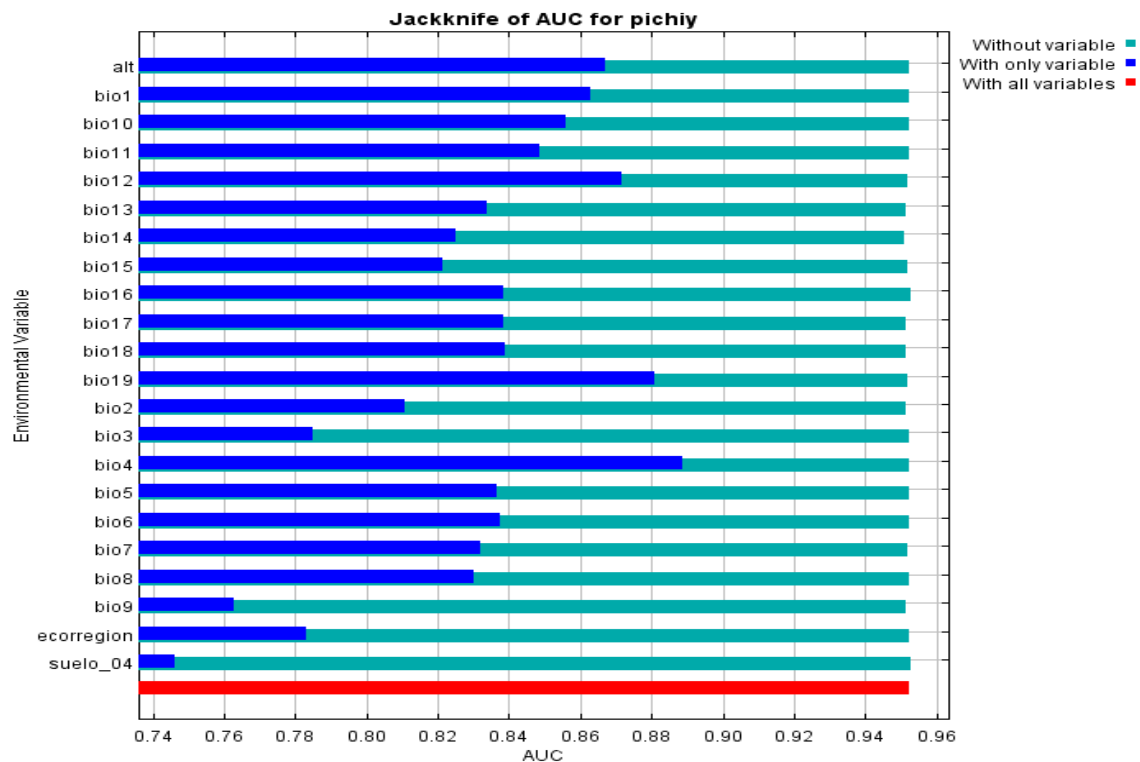
The following picture shows the results of the jackknife test of variable importance. The environmental variable with highest gain when used in isolation is bio12, which therefore appears to have the most useful information by itself. The environmental variable that decreases the gain the most when it is omitted is bio12, which therefore appears to have the most information that isn't present in the other variables. Values shown are averages over replicate runs.



The next picture shows the same jackknife test, using test gain instead of training gain. Note that conclusions about which variables are most important can change, now that we're looking at test data.



Lastly, we have the same jackknife test, using AUC on test data.



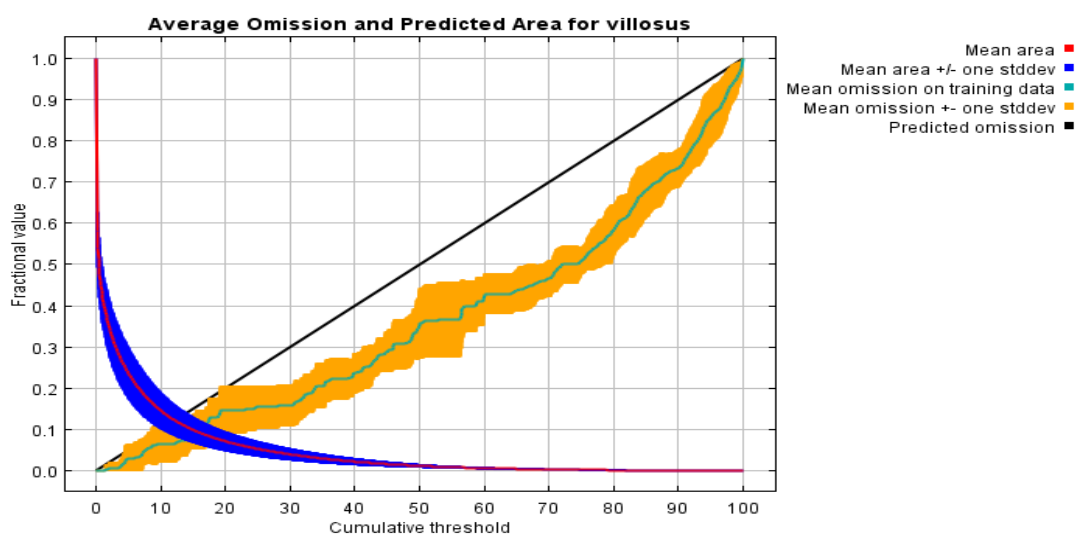
Command line to repeat this species model: java density.MaxEnt nowarnings
 noprefixes -E "" -E pichiy responsecurves jackknife
 outputdirectory=C:\MaxEnt\Provincia\Resultados\Octubre_2012
 samplesfile=C:\MaxEnt\Provincia\Localidades_2012\febrero_2012.csv
 environmentalayers=C:\MaxEnt\Provincia\Variables\Coberturas_2012
 randomseed noremoveduplicates randomtestpoints=25 replicates=10
 replicatetype=bootstrap writeplotdata -N suelo -N veg_savi -N ~\$bio4 -t
 ecorregion -t suelo_04

V.3. Replicated maxent model for *C. villosus* in Mendoza

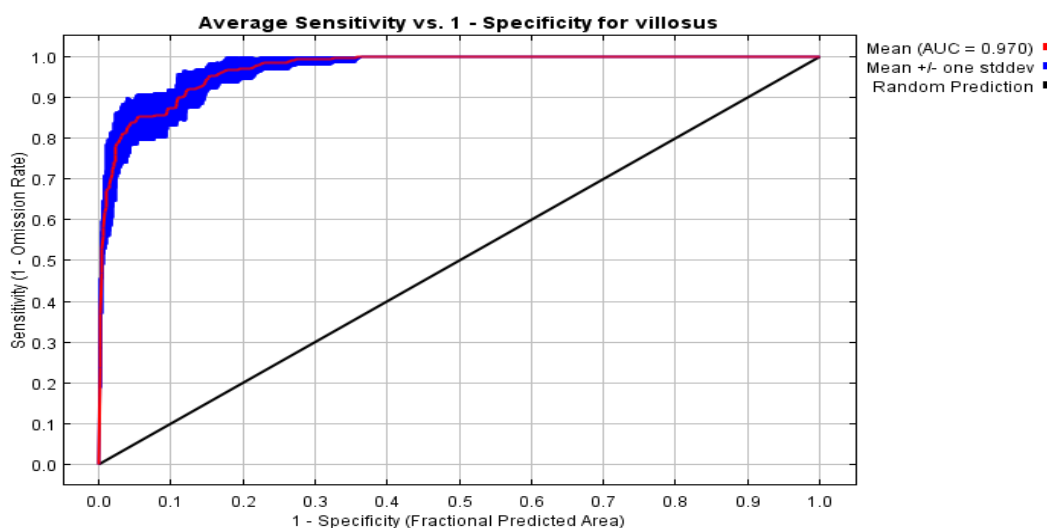
This page summarizes the results of 10 bootstrap models for *C. villosus*, created Fri Oct 12 15:02:49 GFT 2012 using Maxent version 3.3.3k. The individual models are here: [\[0\]](#) [\[1\]](#) [\[2\]](#) [\[3\]](#) [\[4\]](#) [\[5\]](#) [\[6\]](#) [\[7\]](#) [\[8\]](#) [\[9\]](#)

V.3.1. Analysis of omission/commission

The following picture shows the training omission rate and predicted area as a function of the cumulative threshold, averaged over the replicate runs.

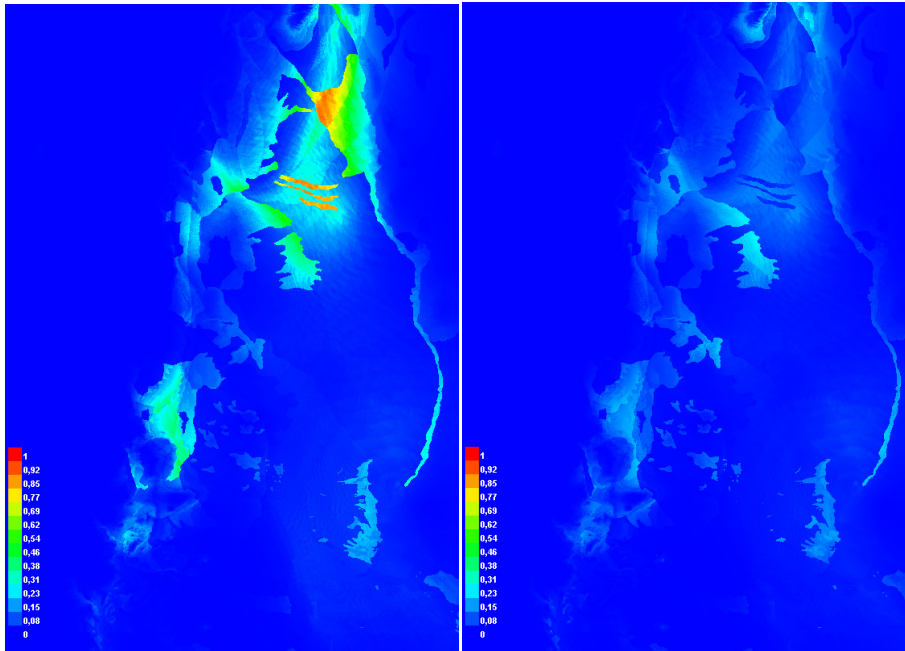


The next picture is the receiver operating characteristic (ROC) curve for the same data, again averaged over the replicate runs. Note that the specificity is defined using predicted area, rather than true commission (see the paper by Phillips, Anderson and Schapire cited on the help page for discussion of what this means). The average training AUC for the replicate runs is 0.970, and the standard deviation is 0.007.



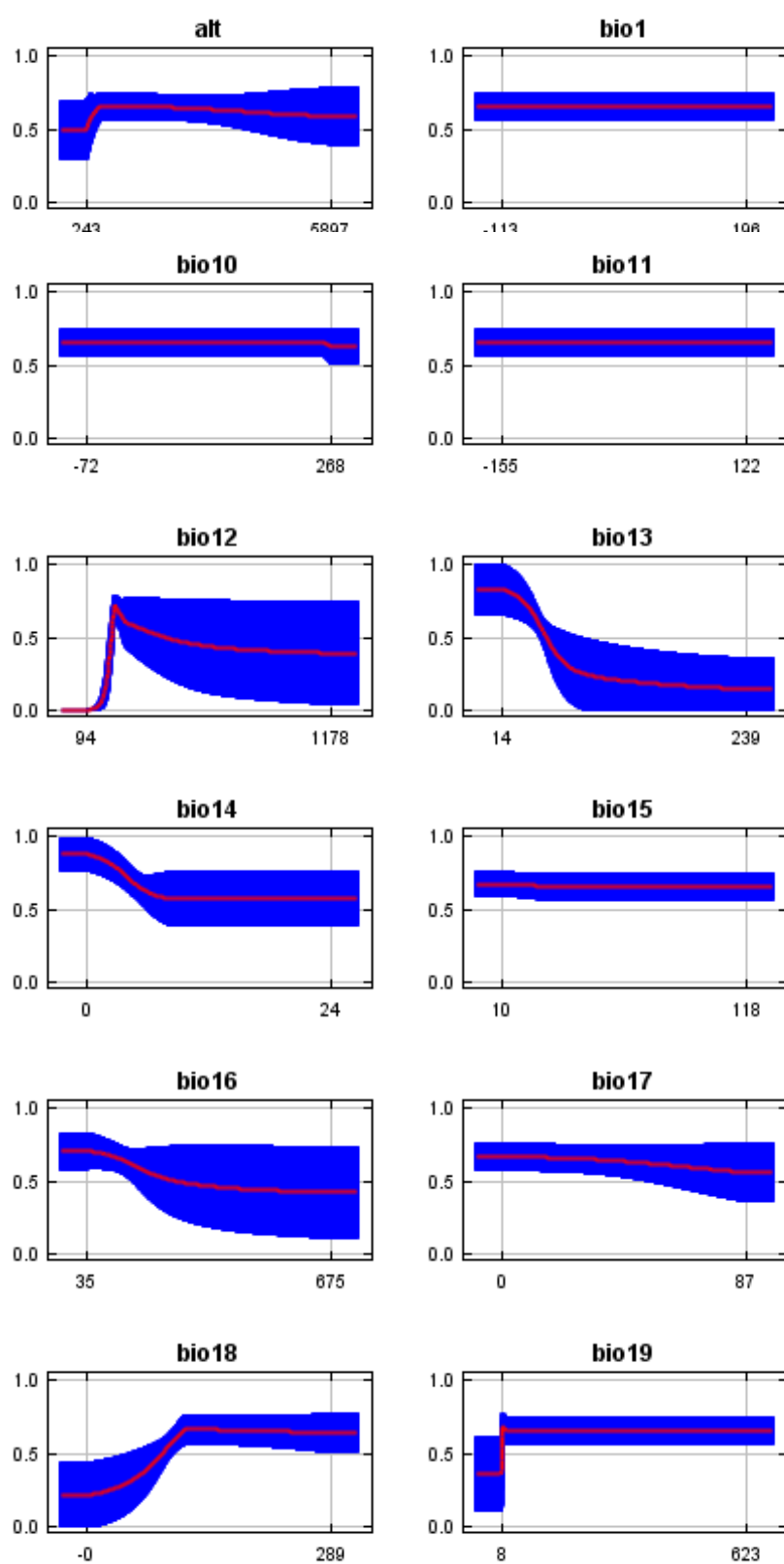
V.3.2. Pictures of the model

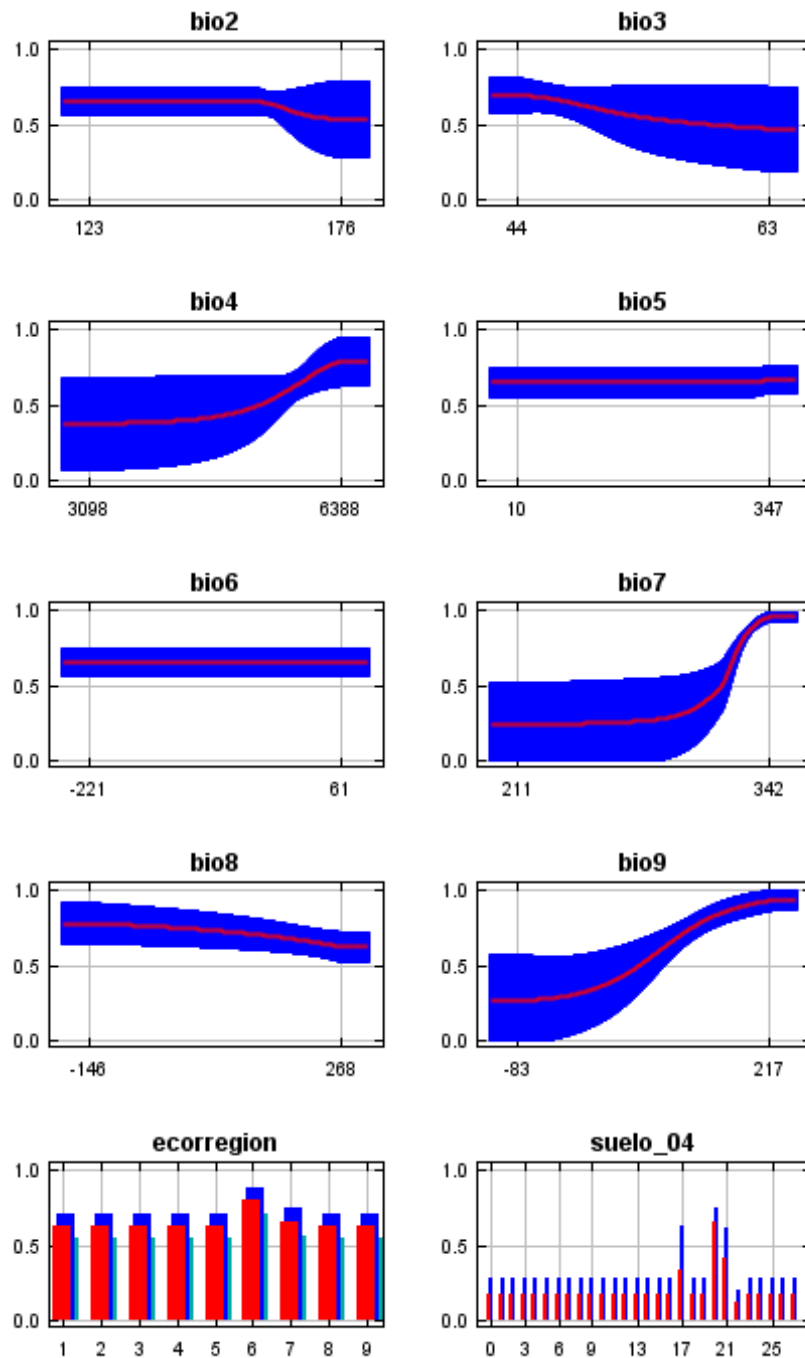
The following two pictures show the point-wise mean and standard deviation of the 10 output grids. Other available summary grids are [min](#), [max](#) and [median](#).



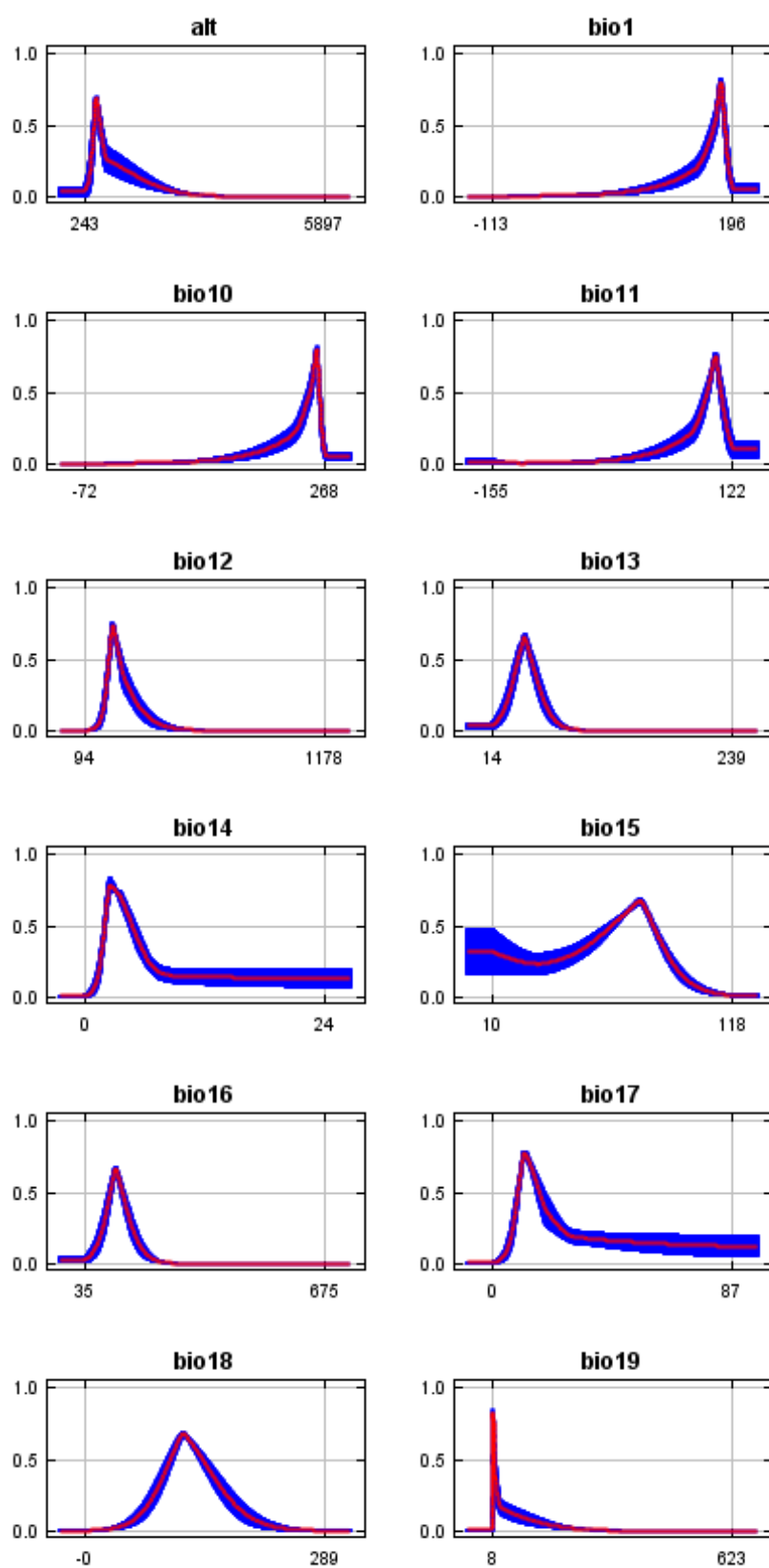
V.3.3. Response curves

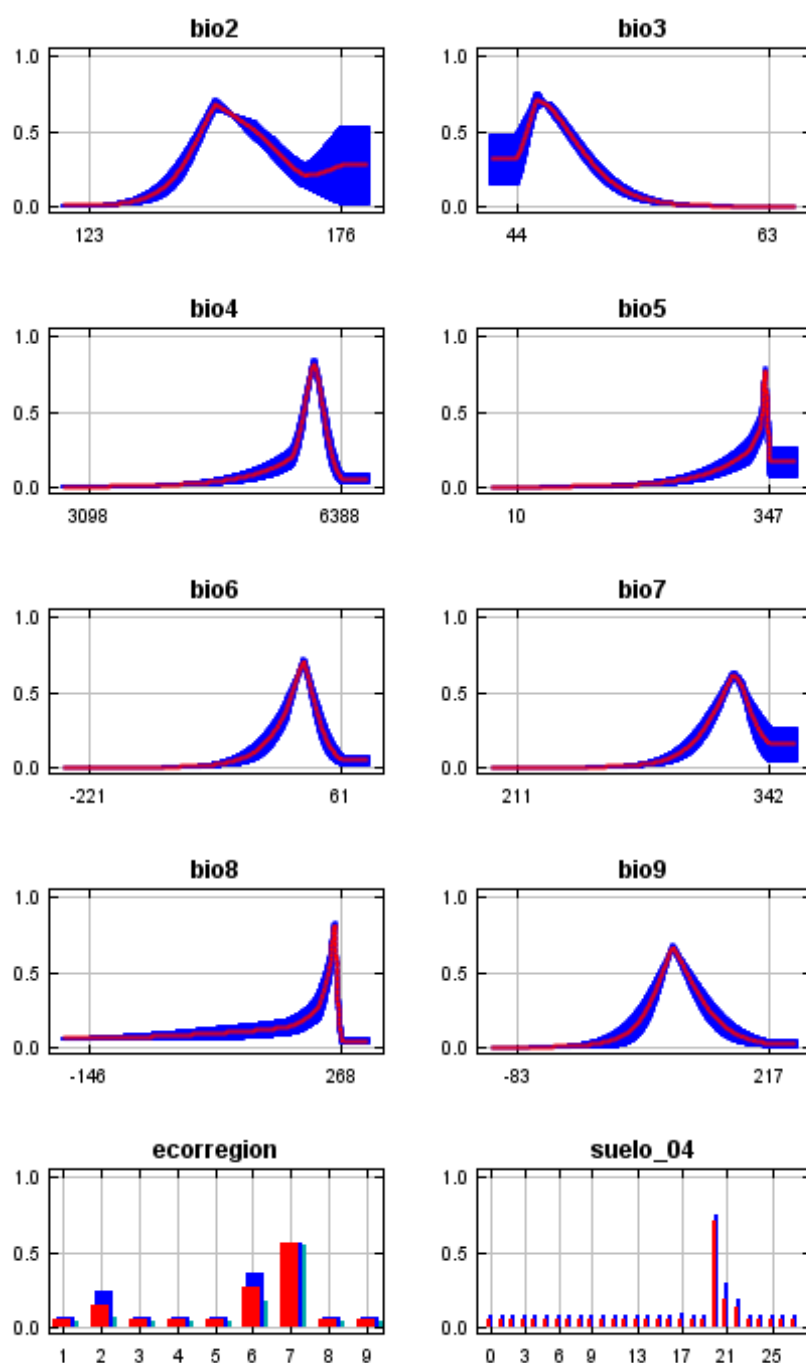
These curves show how each environmental variable affects the Maxent prediction. The curves show how the logistic prediction changes as each environmental variable is varied, keeping all other environmental variables at their average sample value. Click on a response curve to see a larger version. Note that the curves can be hard to interpret if you have strongly correlated variables, as the model may depend on the correlations in ways that are not evident in the curves. In other words, the curves show the marginal effect of changing exactly one variable, whereas the model may take advantage of sets of variables changing together. The curves show the mean response of the 10 replicate Maxent runs (red) and the mean \pm one standard deviation (blue, two shades for categorical variables).





In contrast to the above marginal response curves, each of the following curves represents a different model, namely, a Maxent model created using only the corresponding variable. These plots reflect the dependence of predicted suitability both on the selected variable and on dependencies induced by correlations between the selected variable and other variables. They may be easier to interpret if there are strong correlations between variables.





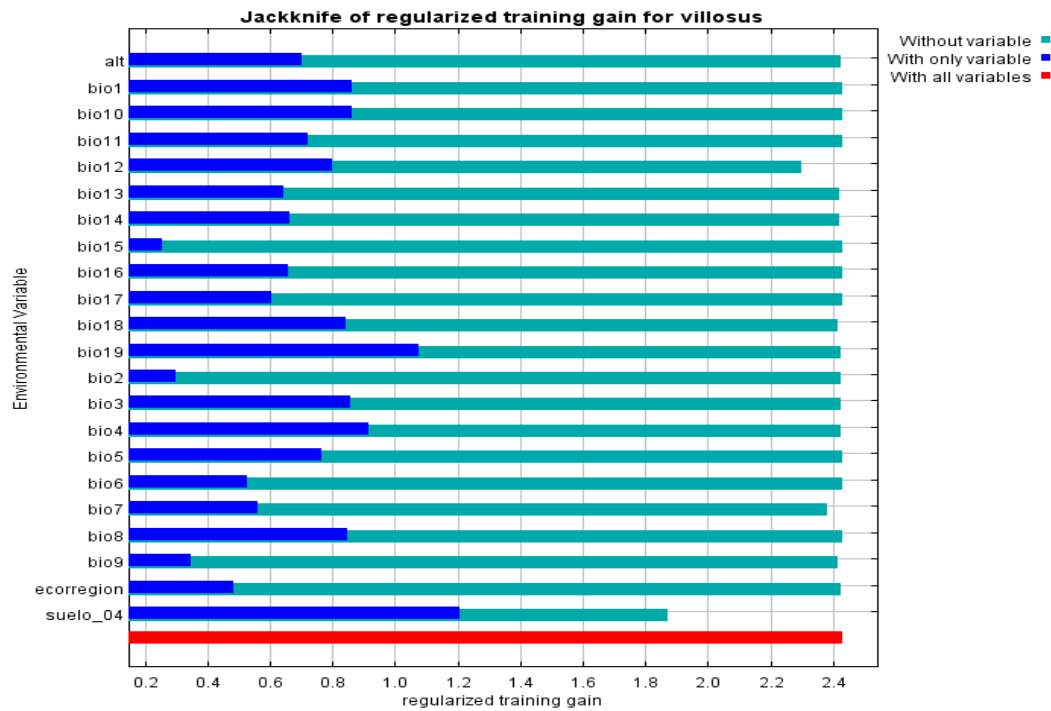
V.3.4. Analysis of variable contributions

The following table gives estimates of relative contributions of the environmental variables to the Maxent model. To determine the first estimate, in each iteration of the training algorithm, the increase in regularized gain is added to the contribution of the corresponding variable, or subtracted from it if the change to the absolute value of lambda is negative. For the second estimate, for each environmental variable in turn, the values of that variable on training presence and background data are randomly permuted. The model is reevaluated on the

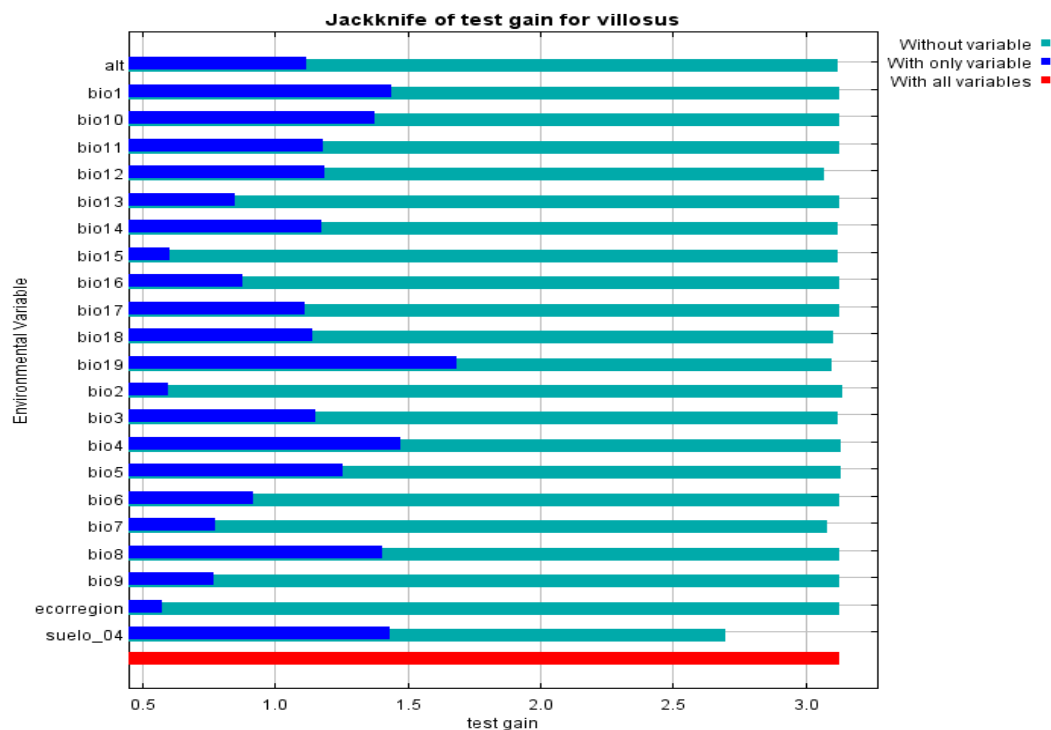
permuted data, and the resulting drop in training AUC is shown in the table, normalized to percentages. As with the variable jackknife, variable contributions should be interpreted with caution when the predictor variables are correlated. Values shown are averages over replicate runs.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
suelo_04	45.3	14.8
bio18	12.4	10.1
bio12	9.8	19.5
ecorregion	9.8	1.2
bio19	8.7	0.2
bio7	4	23.9
bio8	2.2	0.8
bio5	1.6	0.1
bio2	1.3	1.8
alt	1.1	0.7
bio13	0.9	9.9
bio4	0.6	6.6
bio14	0.5	1.7
bio17	0.5	0.1
bio3	0.4	2.2
bio10	0.4	0.1
bio9	0.3	3.9
bio16	0.1	2.6
bio1	0.1	0
bio15	0	0
bio11	0	0
bio6	0	0

The following picture shows the results of the jackknife test of variable importance. The environmental variable with highest gain when used in isolation is suelo_04, which therefore appears to have the most useful information by itself. The environmental variable that decreases the gain the most when it is omitted is suelo_04, which therefore appears to have the most information that isn't present in the other variables. Values shown are averages over replicate runs.

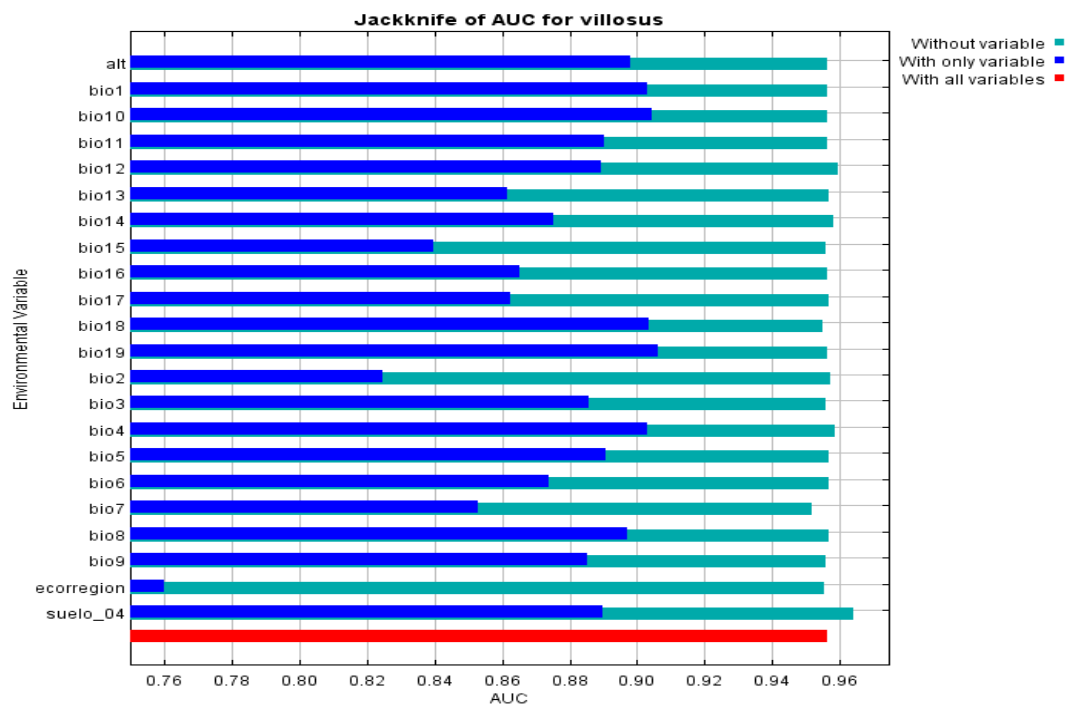


The next picture shows the same jackknife test, using test gain instead of training gain. Note that conclusions about which variables are most important can change, now that we're looking at test data.



Lastly, we have the same jackknife test, using AUC on test data.

Anexo V. Modelo de *C. villosus* para Mendoza



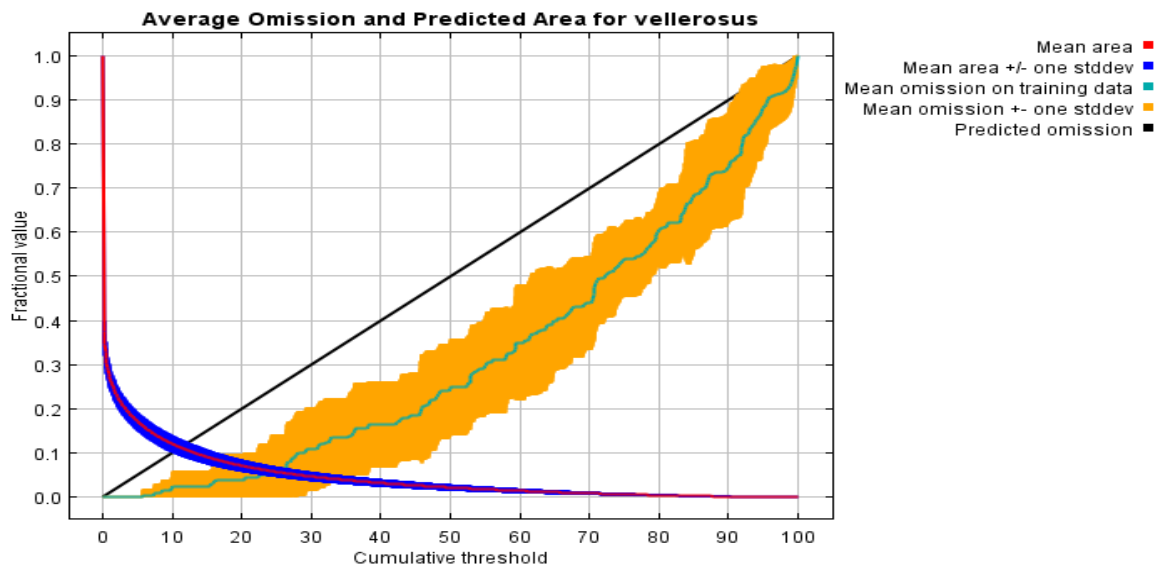
Command line to repeat this species model: java density.MaxEnt nowarnings noprefixes -E "" -E villosus responsecurves jackknife
 outputdirectory=C:\MaxEnt\Provincia\Resultados\Octubre_2012
 samplesfile=C:\MaxEnt\Provincia\Localidades_2012\febrero_2012.csv
 environmentalayers=C:\MaxEnt\Provincia\Variables\Coberturas_2012 randomseed
 noremoveduplicates randomtestpoints=25 replicates=10 replicatetype=bootstrap writeplotdata -
 N suelo -N veg_savi -N ~\$bio4 -t ecorregion -t suelo_04.

V.4. Replicated maxent model for *C. vellerosus* in Mendoza

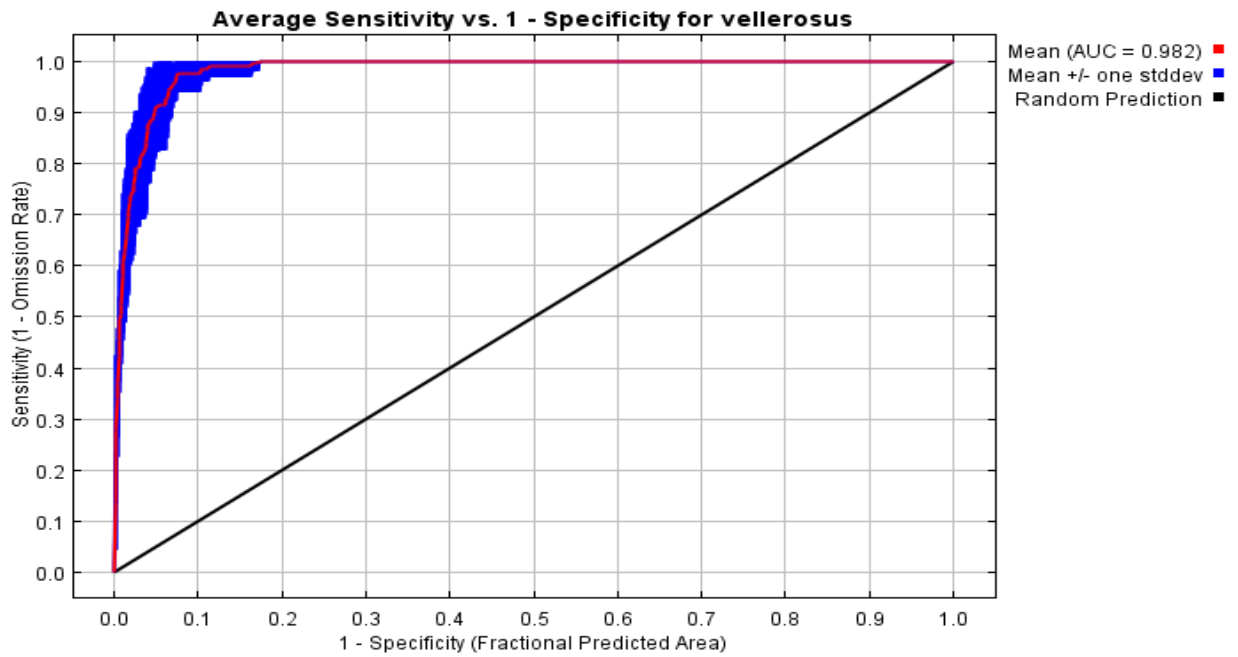
This page summarizes the results of 10 bootstrap models for *C. vellerosus*, created Fri Oct 12 14:31:11 GFT 2012 using Maxent version 3.3.3k. The individual models are here: [\[0\]](#) [\[1\]](#) [\[2\]](#) [\[3\]](#) [\[4\]](#) [\[5\]](#) [\[6\]](#) [\[7\]](#) [\[8\]](#) [\[9\]](#)

V.4.1. Analysis of omission/commission

The following picture shows the training omission rate and predicted area as a function of the cumulative threshold, averaged over the replicate runs.

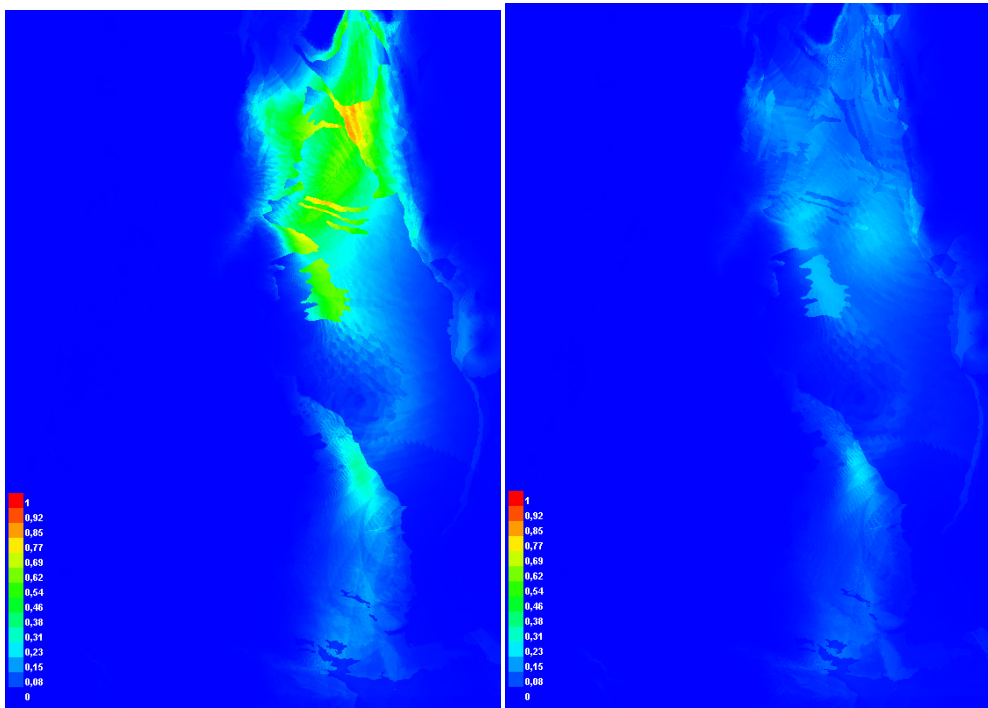


The next picture is the receiver operating characteristic (ROC) curve for the same data, again averaged over the replicate runs. Note that the specificity is defined using predicted area, rather than true commission (see the paper by Phillips, Anderson and Schapire cited on the help page for discussion of what this means). The average training AUC for the replicate runs is 0.982, and the standard deviation is 0.006.



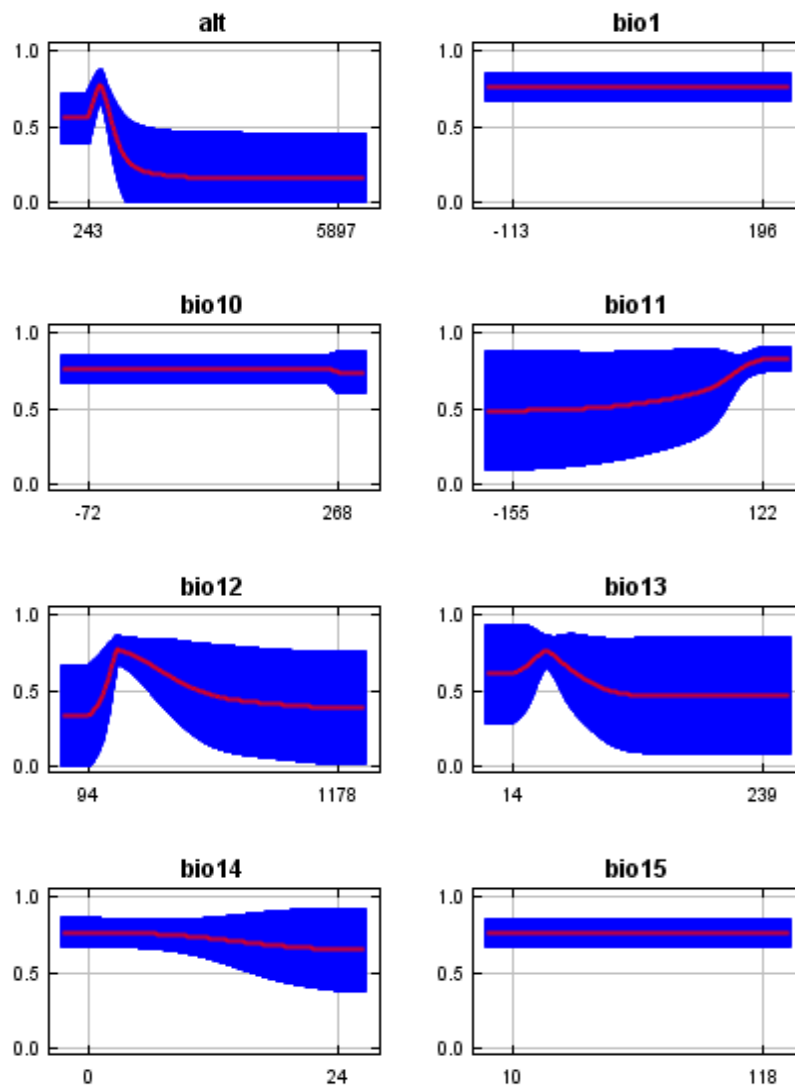
V.4.2. Pictures of the model

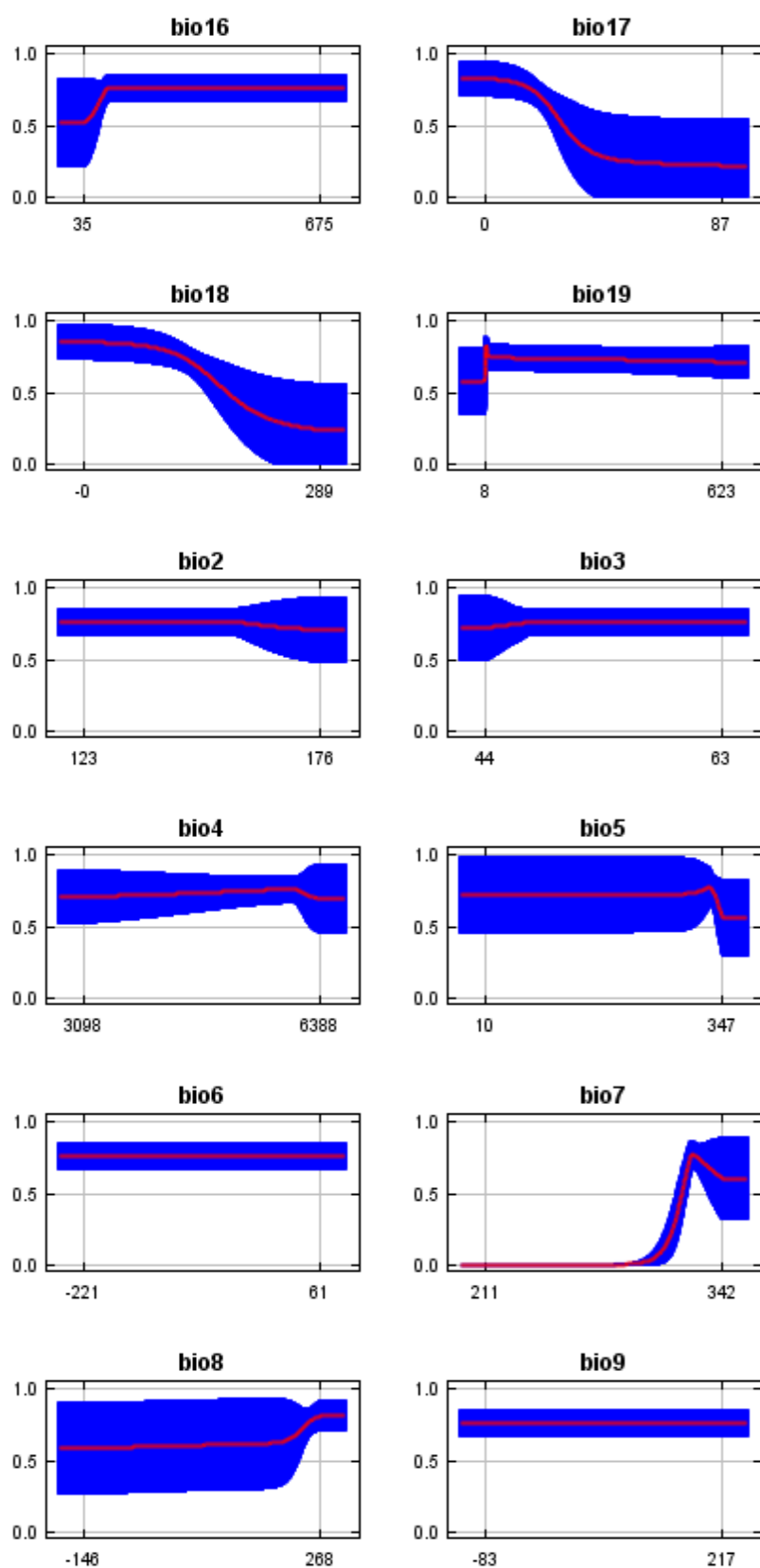
The following two pictures show the point-wise mean and standard deviation of the 10 output grids. Other available summary grids are [min](#), [max](#) and [median](#).

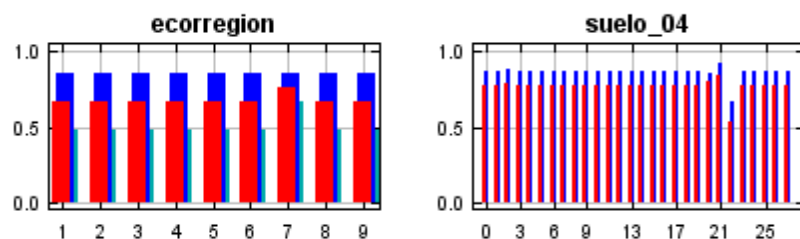


V.4.3. Response curves

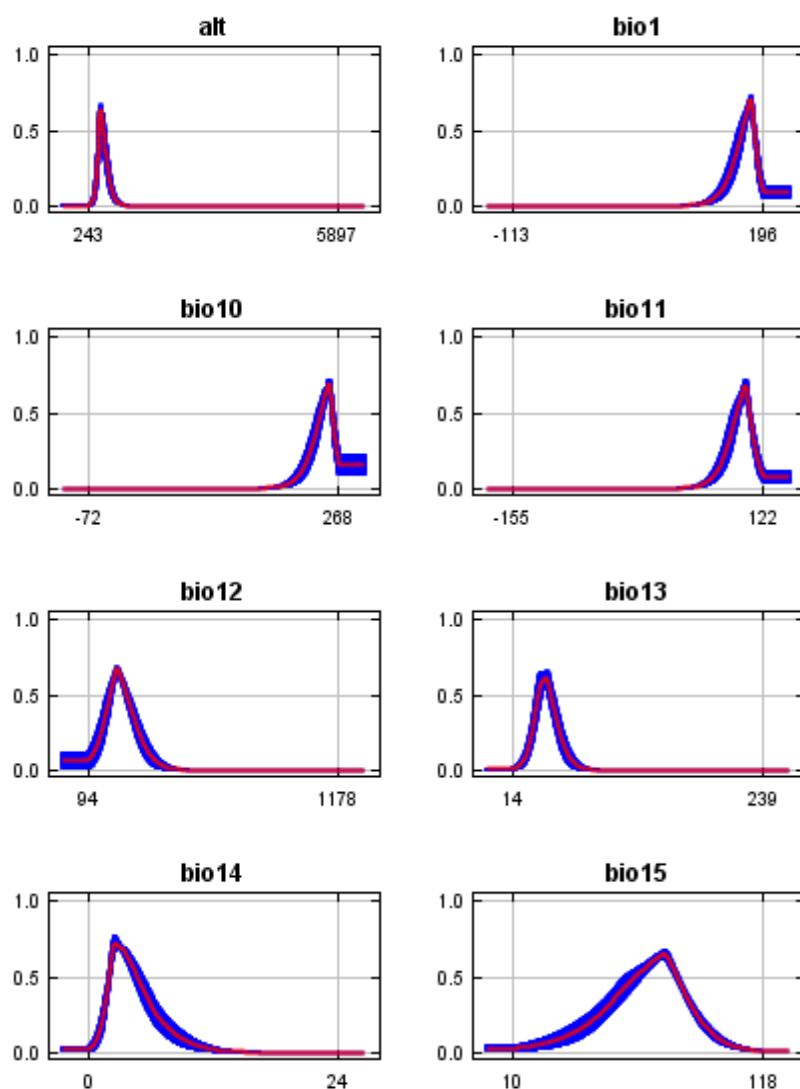
These curves show how each environmental variable affects the Maxent prediction. The curves show how the logistic prediction changes as each environmental variable is varied, keeping all other environmental variables at their average sample value. Click on a response curve to see a larger version. Note that the curves can be hard to interpret if you have strongly correlated variables, as the model may depend on the correlations in ways that are not evident in the curves. In other words, the curves show the marginal effect of changing exactly one variable, whereas the model may take advantage of sets of variables changing together. The curves show the mean response of the 10 replicate Maxent runs (red) and the mean \pm one standard deviation (blue, two shades for categorical variables).

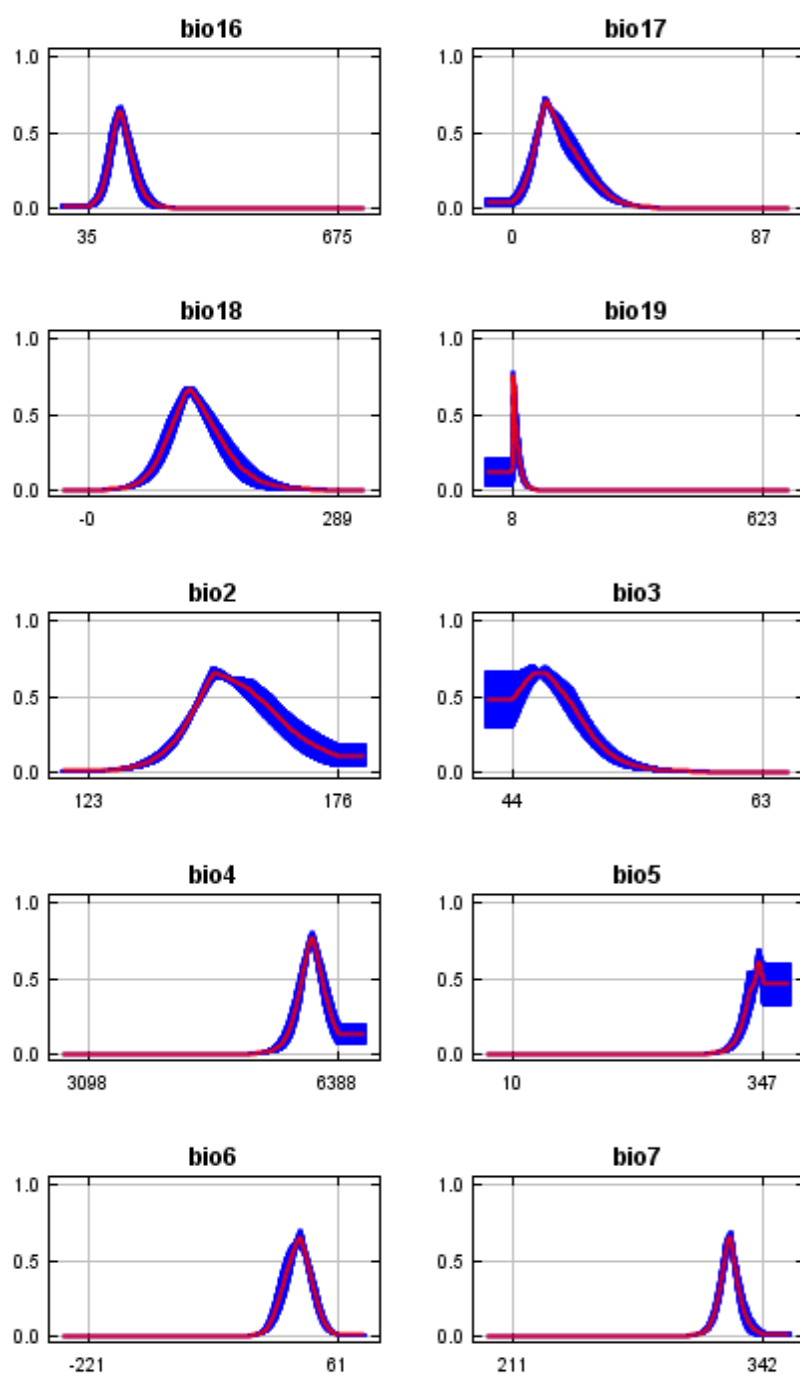


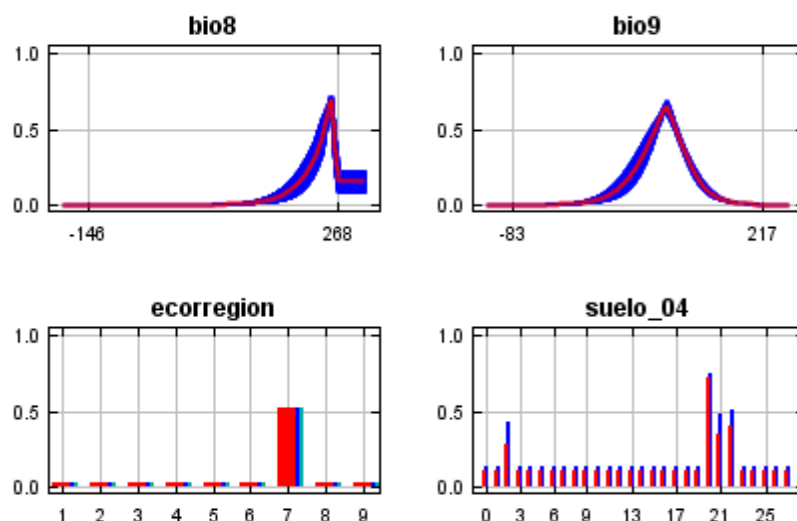




In contrast to the above marginal response curves, each of the following curves represents a different model, namely, a Maxent model created using only the corresponding variable. These plots reflect the dependence of predicted suitability both on the selected variable and on dependencies induced by correlations between the selected variable and other variables. They may be easier to interpret if there are strong correlations between variables.







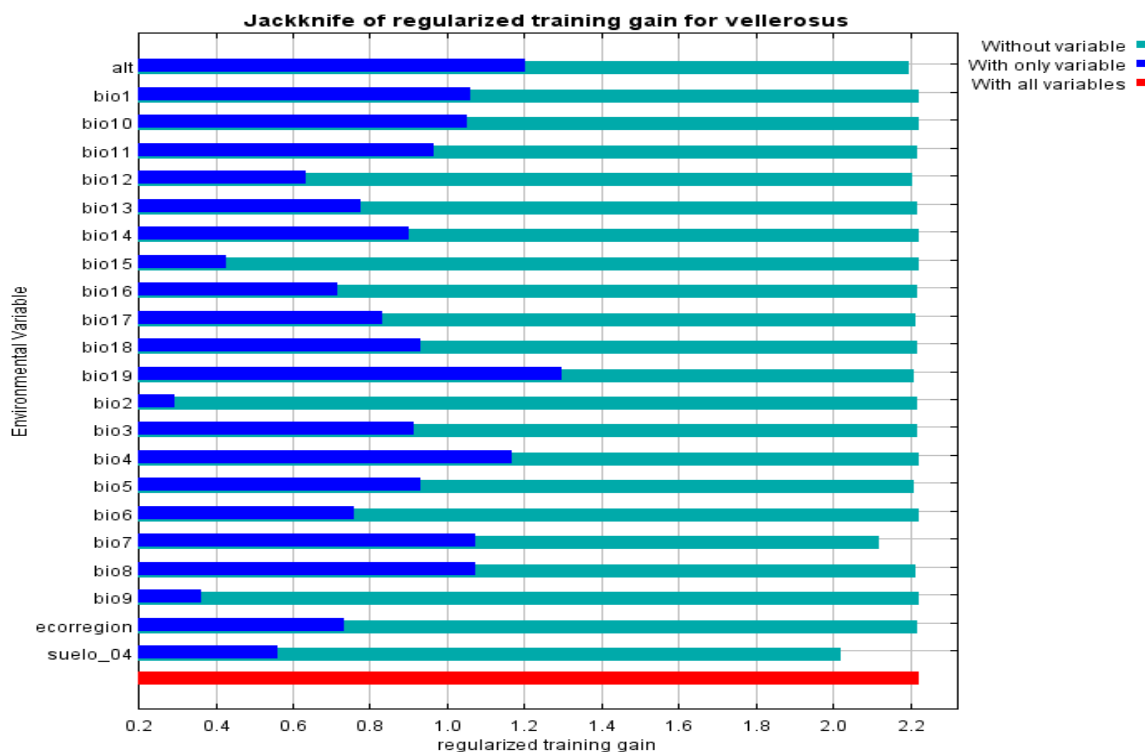
V.4.4. Analysis of variable contributions

The following table gives estimates of relative contributions of the environmental variables to the Maxent model. To determine the first estimate, in each iteration of the training algorithm, the increase in regularized gain is added to the contribution of the corresponding variable, or subtracted from it if the change to the absolute value of lambda is negative. For the second estimate, for each environmental variable in turn, the values of that variable on training presence and background data are randomly permuted. The model is reevaluated on the permuted data, and the resulting drop in training AUC is shown in the table, normalized to percentages. As with the variable jackknife, variable contributions should be interpreted with caution when the predictor variables are correlated. Values shown are averages over replicate runs.

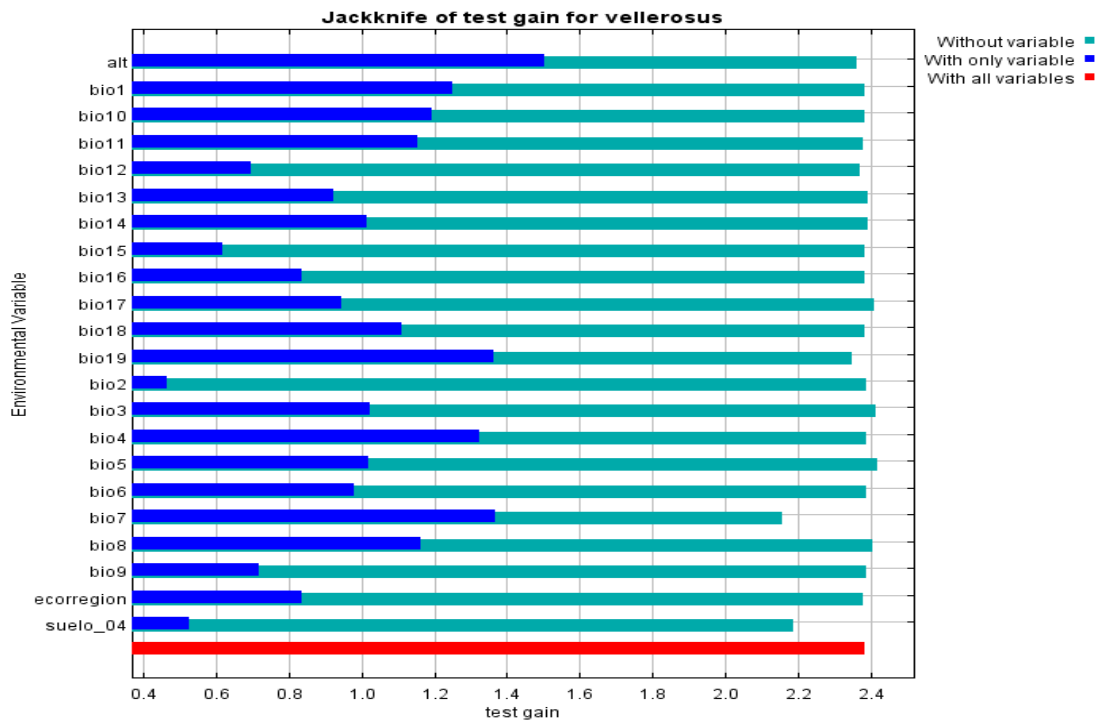
Variable	Percent contribution	Permutation importance
bio19	32.1	0.3
ecorregion	29.6	0.2
suelo_04	8.2	2.1
bio7	6.6	25.6
bio8	4	9.1
alt	3.7	23.4
bio13	2.7	9.6
bio16	2.6	0.4
bio18	2.5	1.1
bio5	1.9	3.2
bio12	1.8	3.9
bio3	1.2	0.3

bio17	1.1	15.8
bio14	0.6	0.4
bio4	0.4	0.2
bio2	0.4	0.3
bio1	0.3	0
bio10	0.1	0
bio6	0.1	0
bio11	0	4
bio15	0	0
bio9	0	0

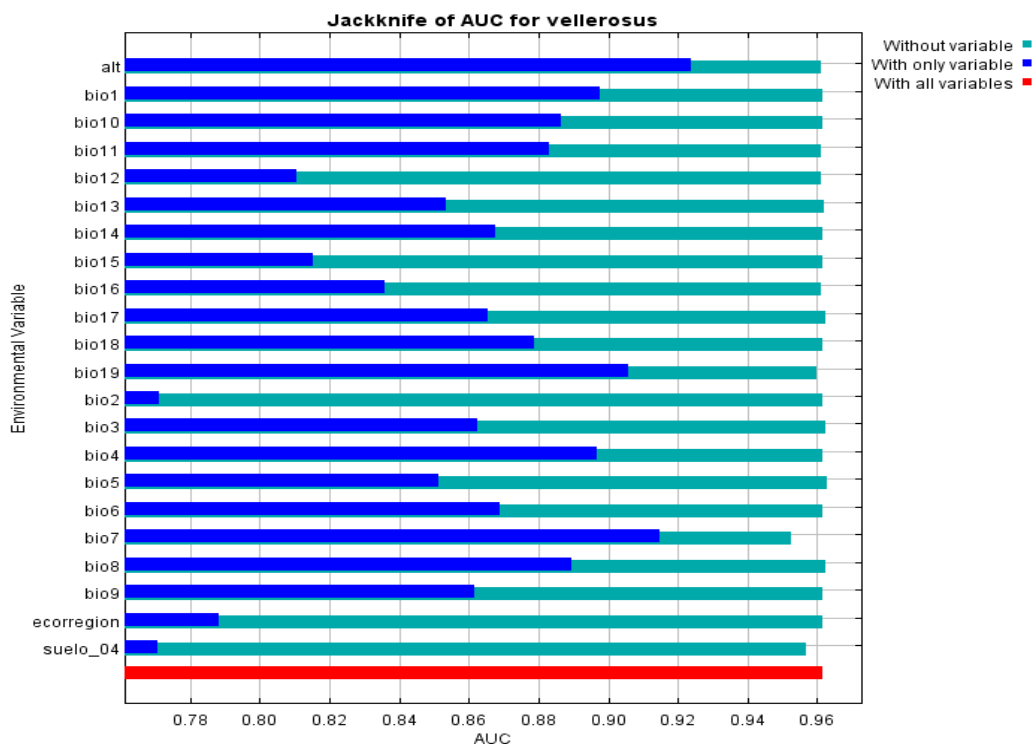
The following picture shows the results of the jackknife test of variable importance. The environmental variable with highest gain when used in isolation is bio19, which therefore appears to have the most useful information by itself. The environmental variable that decreases the gain the most when it is omitted is suelo_04, which therefore appears to have the most information that isn't present in the other variables. Values shown are averages over replicate runs.



The next picture shows the same jackknife test, using test gain instead of training gain. Note that conclusions about which variables are most important can change, now that we're looking at test data.



Lastly, we have the same jackknife test, using AUC on test data.



Command line to repeat this species model: java density.MaxEnt nowarnings noprefixes -E "" -E *C. vellerosus* responsecurves jackknife
 outputdirectory=C:\MaxEnt\Provincia\Resultados\Octubre_2012
 samplesfile=C:\MaxEnt\Provincia\Localidades_2012\febrero_2012.csv
 environmentalayers=C:\MaxEnt\Provincia\Variables\Coberturas_2012 randomseed
 noremoveduplicates randomtestpoints=25 replicates=10 replicatetype=bootstrap writeplotdata -
 N suelo -N veg_savi -N ~\$bio4 -t ecorregion -t suelo_04.

V.5. Codificación de grillas ambientales del paisaje en Lavalle

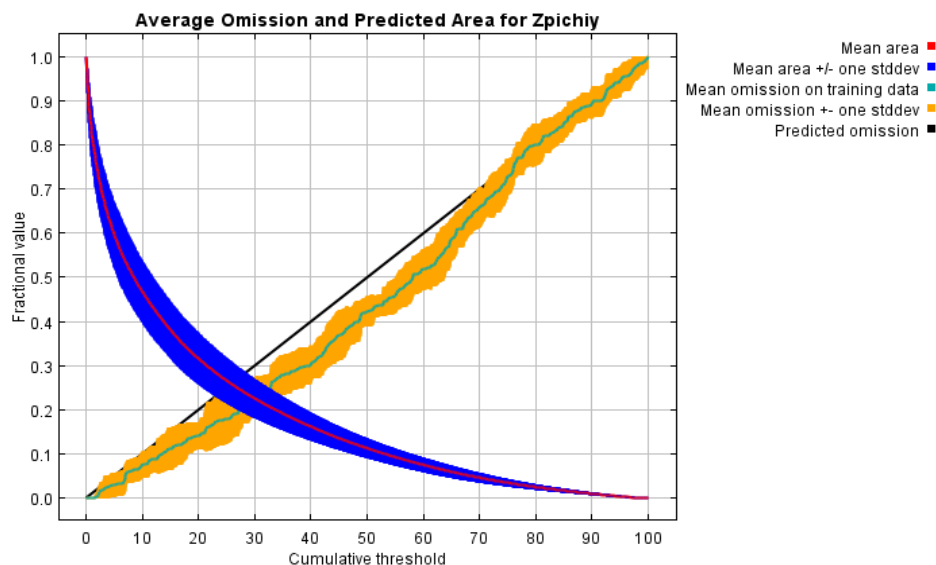
dem3369-06-04		Modelo de elevación del terreno (continua)	
sav3369-06-04		Indice de Cobertura Vegetal	
1		0	
2		10	
3		20	
4		30	
5		40	
6		50	
7		60	
8		70	
9		80	
10		90	
11		100	
tex3369-06-04		Textura de suelo	
Co_suelo		Nb_suelo	
0		Unclassified	
1		arcilloso	
2		Areno arcilloso	
3		Arenoso	
4		Arenoso limoso	
5		Franco arenos	
6		Limoso arenoso	
bio3369-06-04		Bioformas de vegetacion	
Co_bioforma		Nb_bioforma	
1	Bosque cerrado de Prosopis flexuosa		
2	Bosque cerrado de Prosopis flexuosa con Geoffroea decorticans y Bulnesia retamo		
3	Matorral arbustivo cerrado de Baccharis salicifolia , Grahamia bracteata y Allenrolfea vaginata		
4	Matorral arbustivo cerrado de Prosopis alpataco y Baccharis salicifolia		
5	Matorral arbustivo abierto de Atriplex lampa, Lycium gilliesianum y Grahamia bracteata		
6	Matorral arbustivo abierto de Bulnesia retamo, Capparis atamisquea y Prosopis flexuosa		
7	Matorral arbustivo semiabierto de Prosopis alpataco y Atriplex lampa		
8	Suelo desnudo		
Co_geoforma		Geoforma	
1		Bajo inundable	
2		Planicie mal drenada	
3		Bajo con monticulos	
4		Medanos bajos	
5		Medanos altos	
tut3369-06-04		Modelo de uso de la tierra	
Co_TUT		TUT	
1		Sistema pastoral, alta intesidad ganadera	
2		Extraccion de junquillo y alta intensidad ganadera	
3		Area natural baja intesividad ganadera	
4		Agua, extraccion de junquillo y alta intensidad ganadera	

V.6. Replicated maxent model for *Z. pichiy* in Lavalle

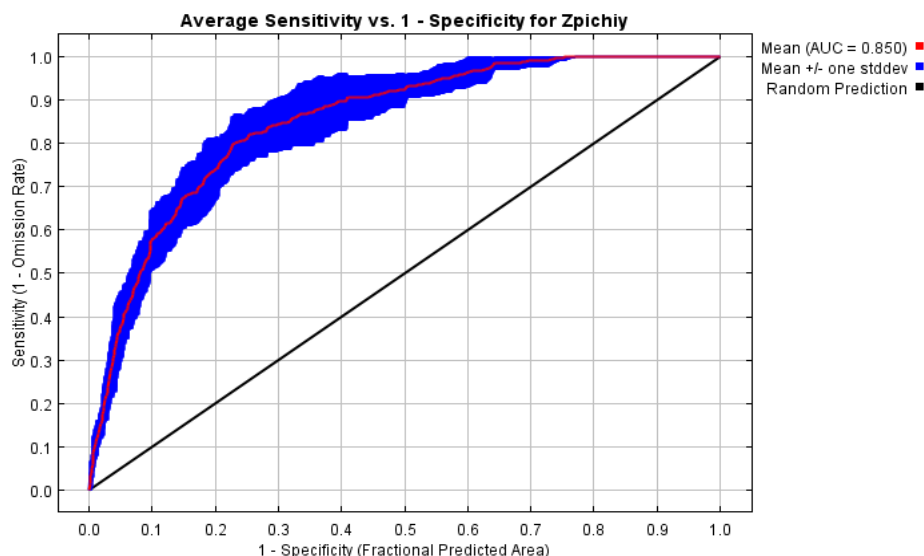
This page summarizes the results of 10 bootstrap models for *Z. pichiy*, created Sun Sep 16 18:38:45 ART 2012 using Maxent version 3.3.3k. The individual models are here: [\[0\]](#) [\[1\]](#) [\[2\]](#) [\[3\]](#) [\[4\]](#) [\[5\]](#) [\[6\]](#) [\[7\]](#) [\[8\]](#) [\[9\]](#)

V.6.1. Analysis of omission/commission

The following picture shows the training omission rate and predicted area as a function of the cumulative threshold, averaged over the replicate runs.

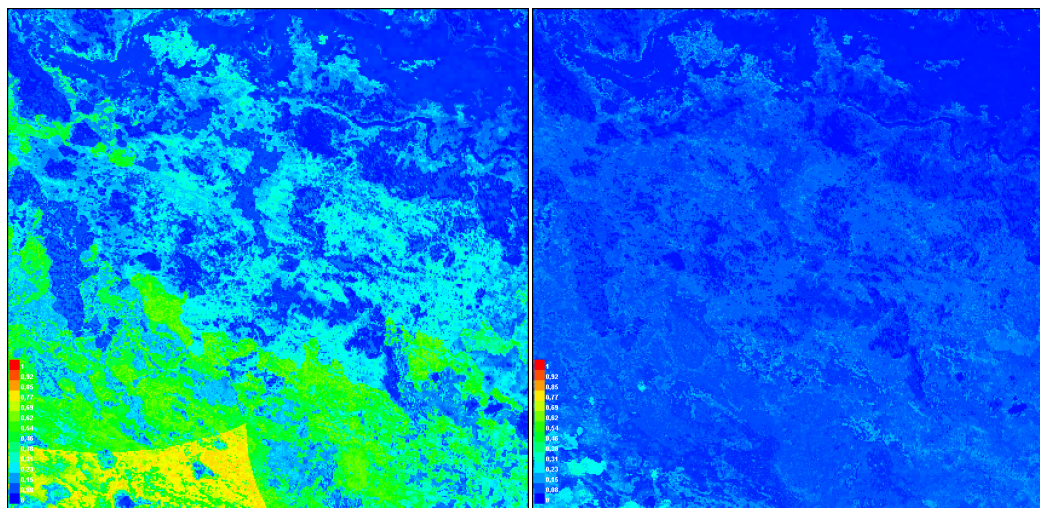


The next picture is the receiver operating characteristic (ROC) curve for the same data, again averaged over the replicate runs. Note that the specificity is defined using predicted area, rather than true commission (see the paper by Phillips, Anderson and Schapire cited on the help page for discussion of what this means). The average training AUC for the replicate runs is 0.850, and the standard deviation is 0.026.



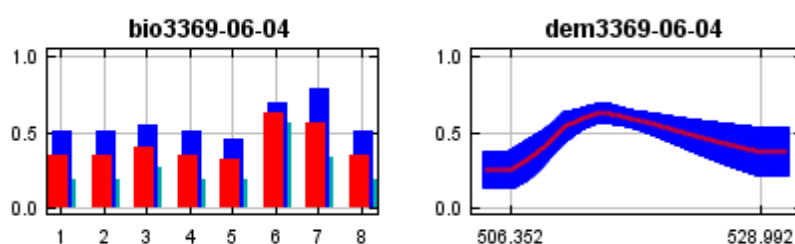
V.6.2. Pictures of the model

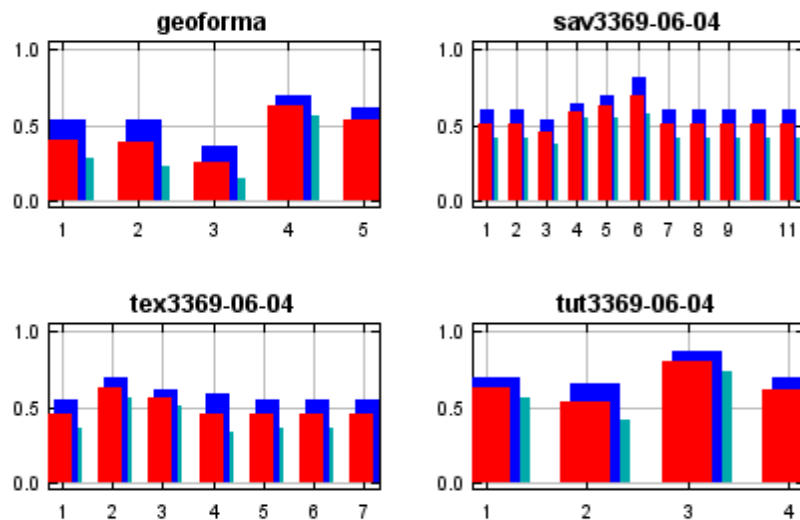
The following two pictures show the point-wise mean and standard deviation of the 10 output grids. Other available summary grids are [min](#), [max](#) and [median](#).



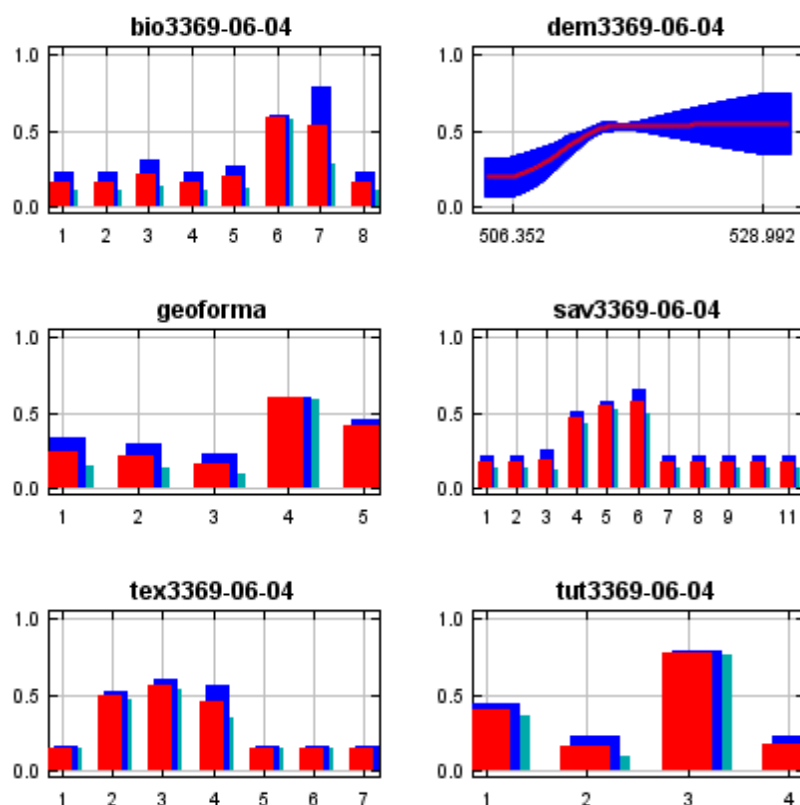
V.6.3. Response curves

These curves show how each environmental variable affects the Maxent prediction. The curves show how the logistic prediction changes as each environmental variable is varied, keeping all other environmental variables at their average sample value. Click on a response curve to see a larger version. Note that the curves can be hard to interpret if you have strongly correlated variables, as the model may depend on the correlations in ways that are not evident in the curves. In other words, the curves show the marginal effect of changing exactly one variable, whereas the model may take advantage of sets of variables changing together. The curves show the mean response of the 10 replicate Maxent runs (red) and the mean \pm one standard deviation (blue, two shades for categorical variables).





In contrast to the above marginal response curves, each of the following curves represents a different model, namely, a Maxent model created using only the corresponding variable. These plots reflect the dependence of predicted suitability both on the selected variable and on dependencies induced by correlations between the selected variable and other variables. They may be easier to interpret if there are strong correlations between variables.

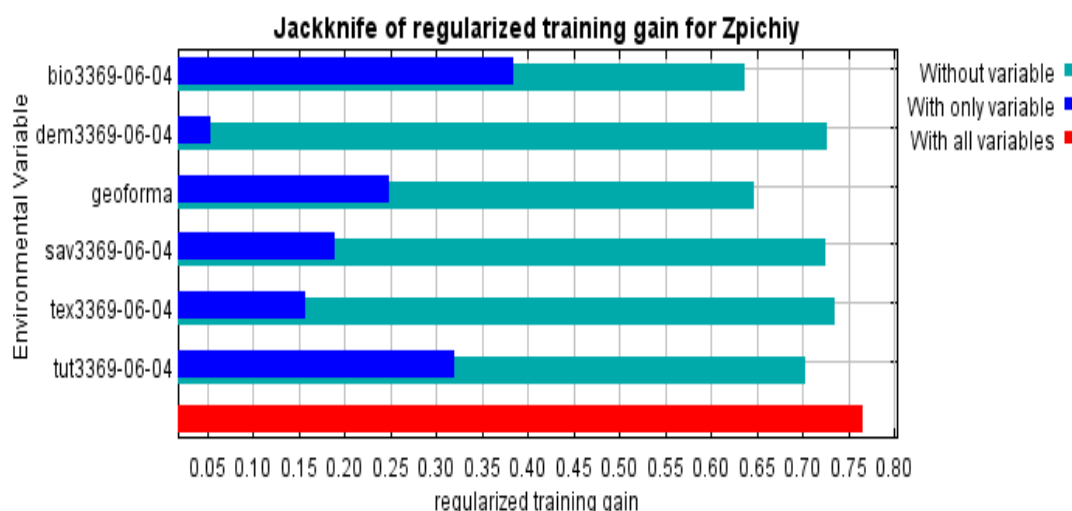


V.6.4. Analysis of variable contributions

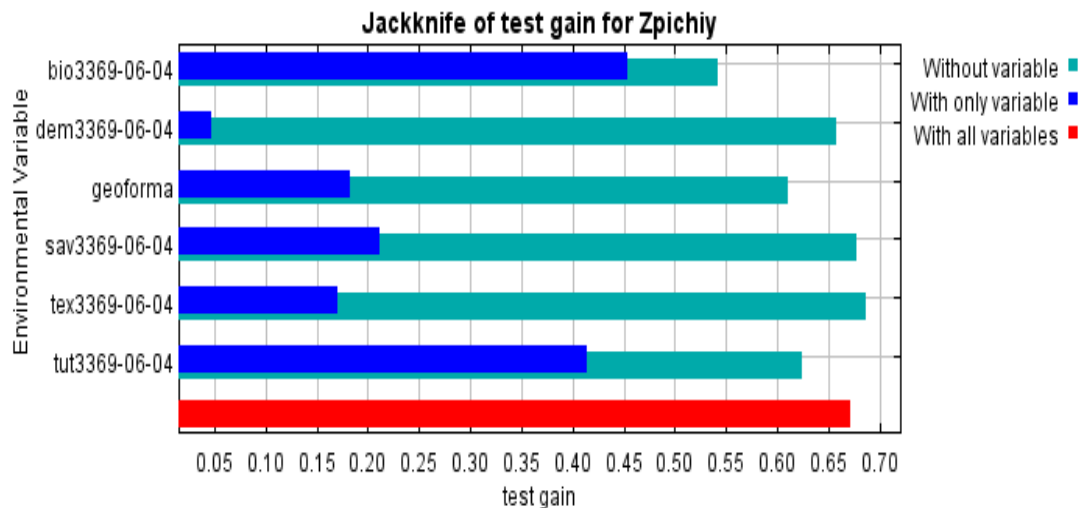
The following table gives estimates of relative contributions of the environmental variables to the Maxent model. To determine the first estimate, in each iteration of the training algorithm, the increase in regularized gain is added to the contribution of the corresponding variable, or subtracted from it if the change to the absolute value of lambda is negative. For the second estimate, for each environmental variable in turn, the values of that variable on training presence and background data are randomly permuted. The model is reevaluated on the permuted data, and the resulting drop in training AUC is shown in the table, normalized to percentages. As with the variable jackknife, variable contributions should be interpreted with caution when the predictor variables are correlated. Values shown are averages over replicate runs.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
bio3369-06-04	39.4	28.3
geoforma	24.2	30.7
tut3369-06-04	19.6	13
sav3369-06-04	6.7	10.6
dem3369-06-04	5.2	6.7
tex3369-06-04	4.9	10.8

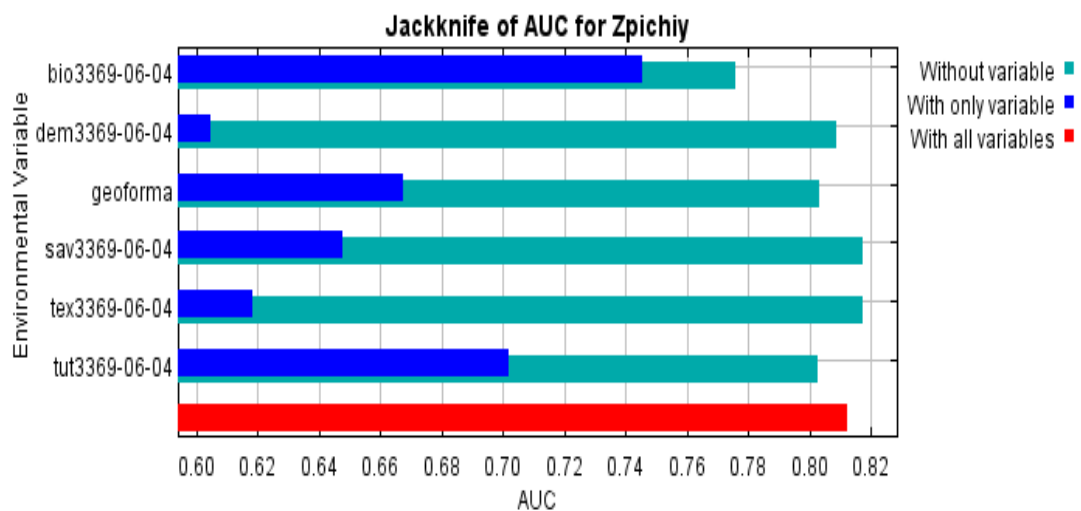
The following picture shows the results of the jackknife test of variable importance. The environmental variable with highest gain when used in isolation is bio3369-06-04, which therefore appears to have the most useful information by itself. The environmental variable that decreases the gain the most when it is omitted is bio3369-06-04, which therefore appears to have the most information that isn't present in the other variables. Values shown are averages over replicate runs.



The next picture shows the same jackknife test, using test gain instead of training gain. Note that conclusions about which variables are most important can change, now that we're looking at test data.



Lastly, we have the same jackknife test, using AUC on test data.



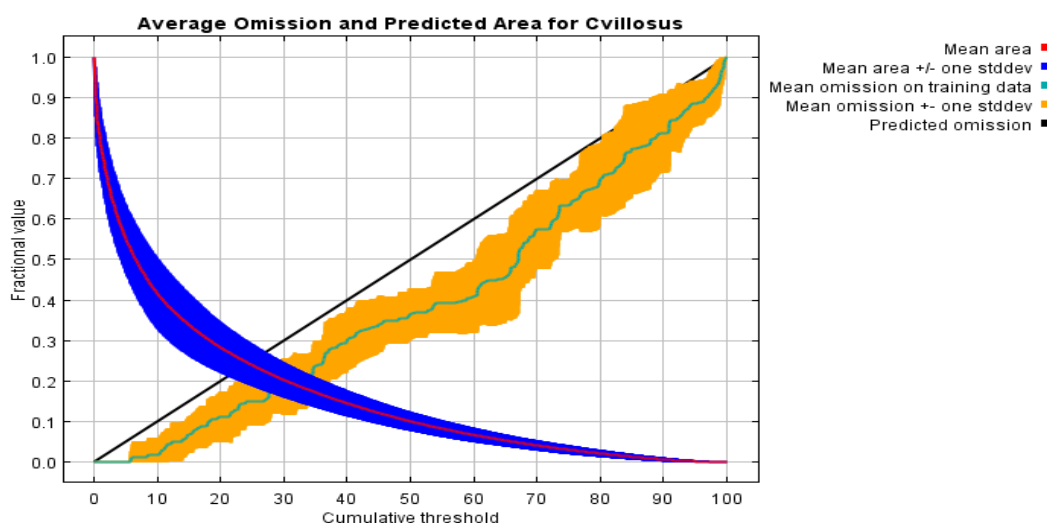
Command line to repeat this species model: java density.MaxEnt nowarnings noprefixes -E "" -E Zpichiy responsecurves jackknife outputdirectory=C:\Maxent\Paisaje\Resultados\Setiem_2012 samplesfile=C:\Maxent\Paisaje\Localidades\01Local_paisa.csv environmentalayers=C:\Maxent\Paisaje\Variables randomseed noremoveduplicates randomtestpoints=25 replicates=10 replicatetype=bootstrap -t bio3369-06-04 -t geoforma -t sav3369-06-04 -t tex3369-06-04 -t tut3369-06-04.

V.7. Replicated maxent model for *C. villosus* in Lavalle

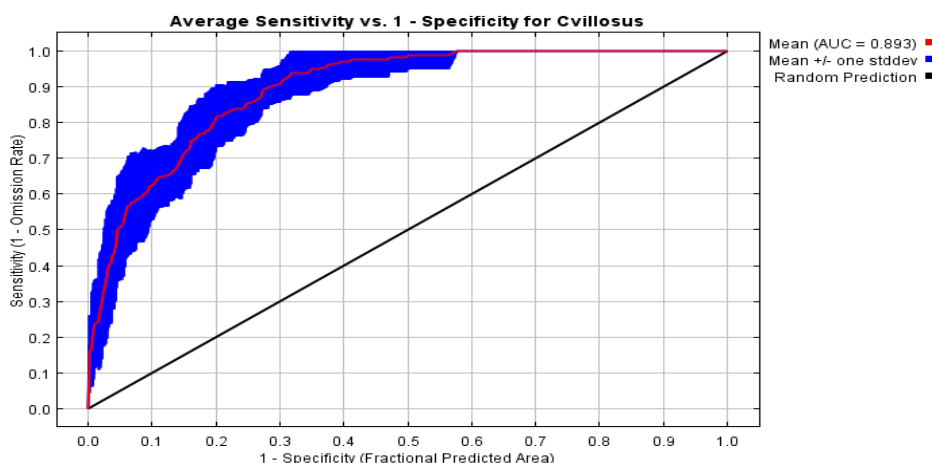
This page summarizes the results of 10 bootstrap models for *C. villosus*, created Sun Sep 16 18:35:12 ART 2012 using Maxent version 3.3.3k. The individual models are here: [\[0\]](#) [\[1\]](#) [\[2\]](#) [\[3\]](#) [\[4\]](#) [\[5\]](#) [\[6\]](#) [\[7\]](#) [\[8\]](#) [\[9\]](#)

V.7.1. Analysis of omission/commission

The following picture shows the training omission rate and predicted area as a function of the cumulative threshold, averaged over the replicate runs.

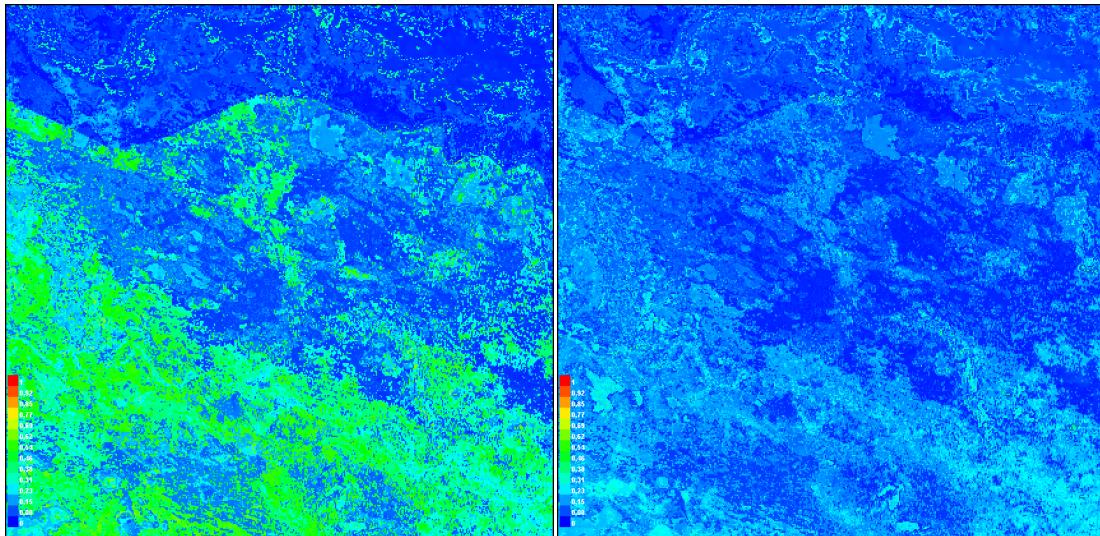


The next picture is the receiver operating characteristic (ROC) curve for the same data, again averaged over the replicate runs. Note that the specificity is defined using predicted area, rather than true commission (see the paper by Phillips, Anderson and Schapire cited on the help page for discussion of what this means). The average training AUC for the replicate runs is 0.893, and the standard deviation is 0.026.



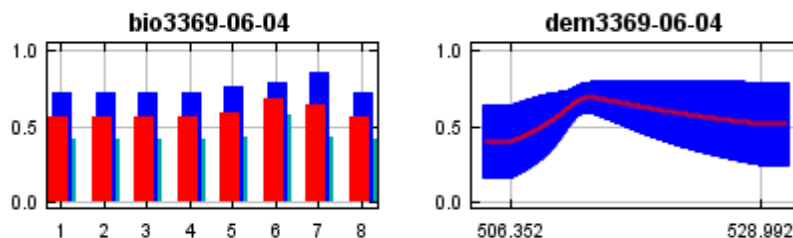
V.7.2. Pictures of the model

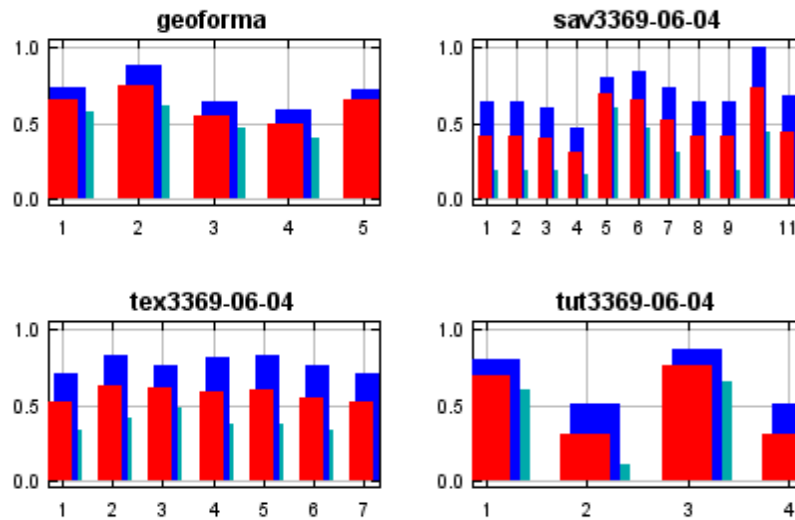
The following two pictures show the point-wise mean and standard deviation of the 10 output grids. Other available summary grids are [min](#), [max](#) and [median](#).



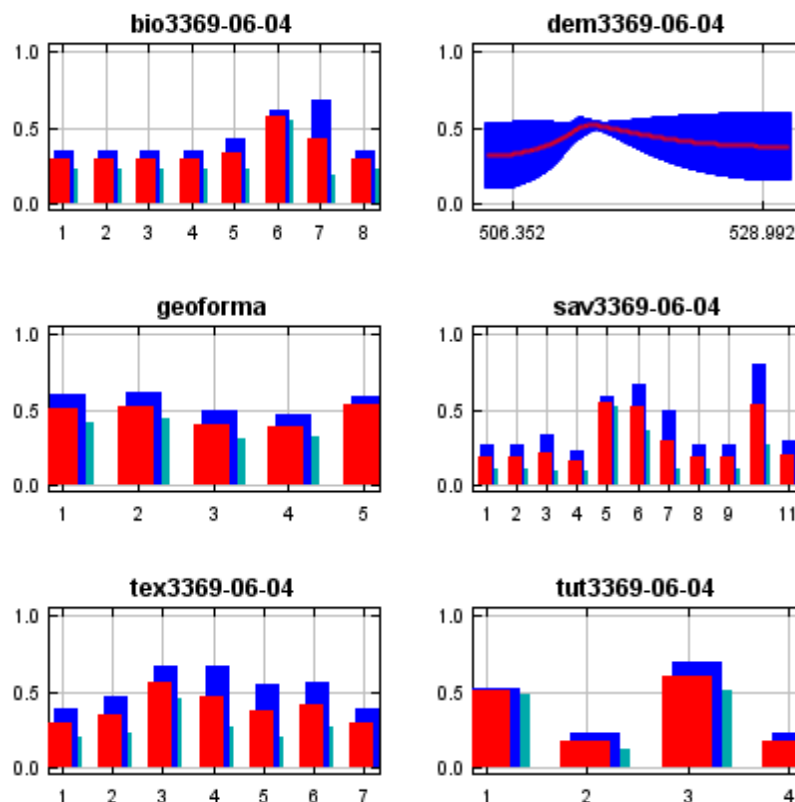
V.7.3. Response curves

These curves show how each environmental variable affects the Maxent prediction. The curves show how the logistic prediction changes as each environmental variable is varied, keeping all other environmental variables at their average sample value. Click on a response curve to see a larger version. Note that the curves can be hard to interpret if you have strongly correlated variables, as the model may depend on the correlations in ways that are not evident in the curves. In other words, the curves show the marginal effect of changing exactly one variable, whereas the model may take advantage of sets of variables changing together. The curves show the mean response of the 10 replicate Maxent runs (red) and the mean \pm one standard deviation (blue, two shades for categorical variables).





In contrast to the above marginal response curves, each of the following curves represents a different model, namely, a Maxent model created using only the corresponding variable. These plots reflect the dependence of predicted suitability both on the selected variable and on dependencies induced by correlations between the selected variable and other variables. They may be easier to interpret if there are strong correlations between variables.

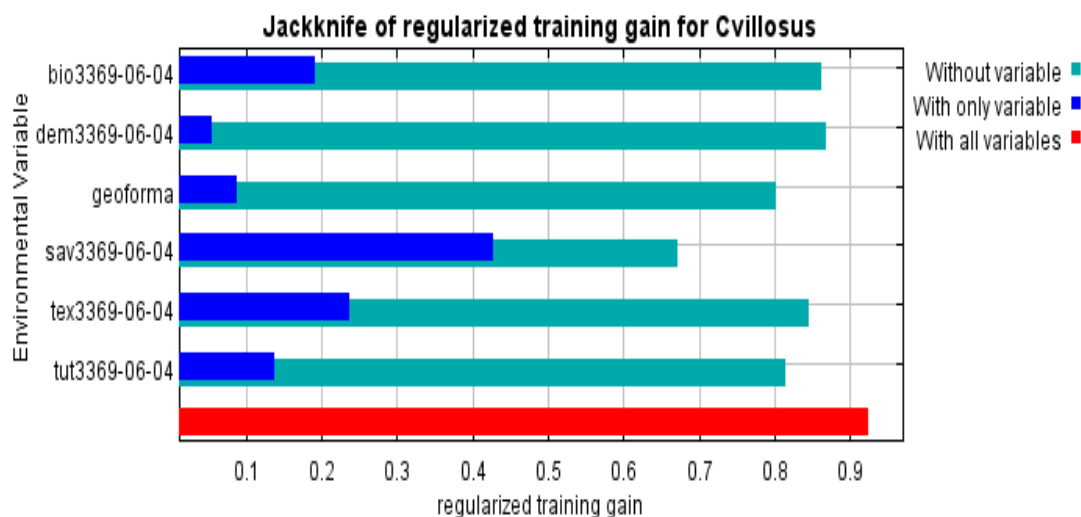


V.7.4. Analysis of variable contributions

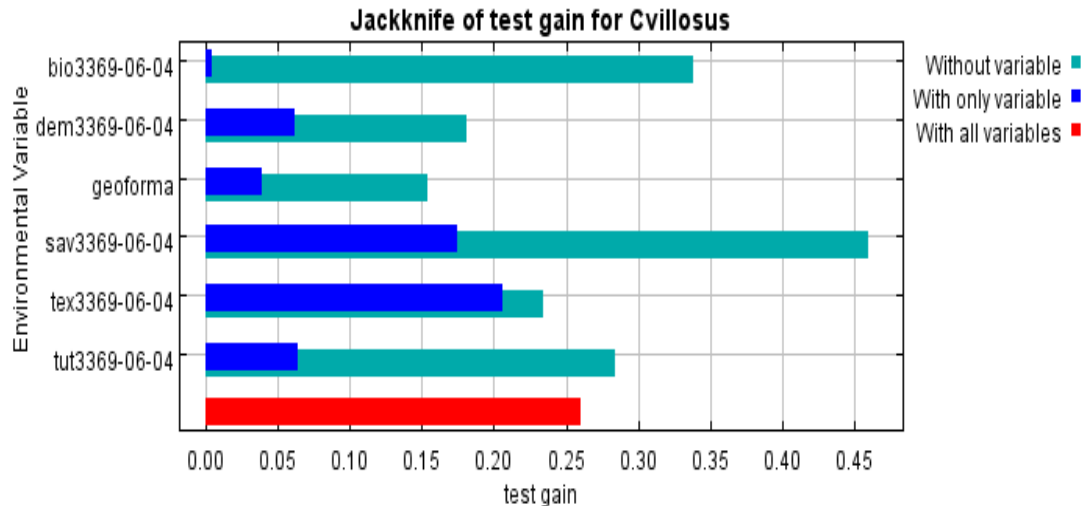
The following table gives estimates of relative contributions of the environmental variables to the Maxent model. To determine the first estimate, in each iteration of the training algorithm, the increase in regularized gain is added to the contribution of the corresponding variable, or subtracted from it if the change to the absolute value of lambda is negative. For the second estimate, for each environmental variable in turn, the values of that variable on training presence and background data are randomly permuted. The model is reevaluated on the permuted data, and the resulting drop in training AUC is shown in the table, normalized to percentages. As with the variable jackknife, variable contributions should be interpreted with caution when the predictor variables are correlated. Values shown are averages over replicate runs.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
sav3369-06-04	35.4	40.2
tex3369-06-04	17.4	11.3
bio3369-06-04	15.9	7.1
tut3369-06-04	13.5	24.2
geoforma	12.8	9.9
dem3369-06-04	5	7.3

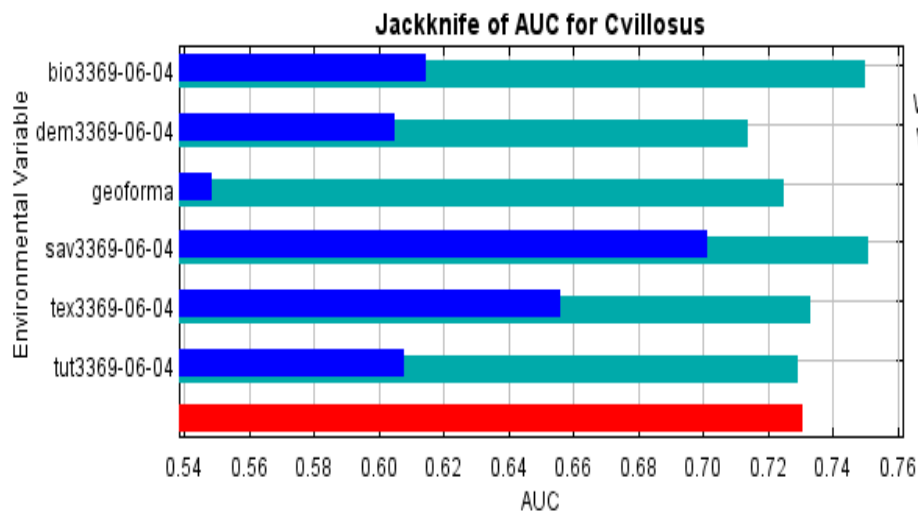
The following picture shows the results of the jackknife test of variable importance. The environmental variable with highest gain when used in isolation is sav3369-06-04, which therefore appears to have the most useful information by itself. The environmental variable that decreases the gain the most when it is omitted is sav3369-06-04, which therefore appears to have the most information that isn't present in the other variables. Values shown are averages over replicate runs.



The next picture shows the same jackknife test, using test gain instead of training gain. Note that conclusions about which variables are most important can change, now that we're looking at test data.



Lastly, we have the same jackknife test, using AUC on test data.



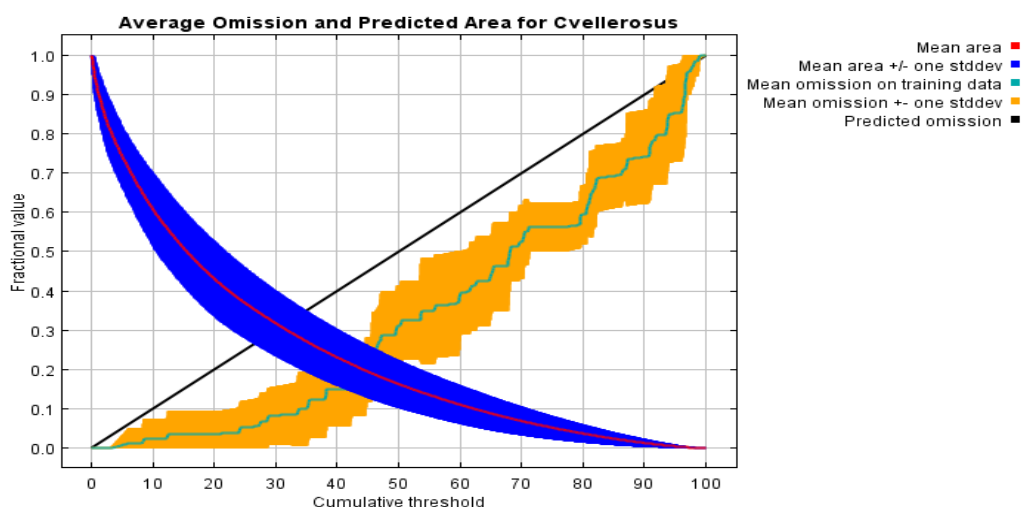
Command line to repeat this species model: java density.MaxEnt nowarnings noprefixes -E "" -E Cvillosus responsecurves jackknife
 outputdirectory=C:\Maxent\Paisaje\Resultados\Setiem_2012
 samplesfile=C:\Maxent\Paisaje\Localidades\01Local_paisa.csv
 environmentalayers=C:\Maxent\Paisaje\Variables randomseed noremoveduplicates
 randomtestpoints=25 replicates=10 replicatetype=bootstrap -t bio3369-06-04 -t geoforma -t sav3369-06-04 -t tex3369-06-04 -t tut3369-06-04.

V.8. Replicated maxent model for *C. vellerosus* in Lavalle

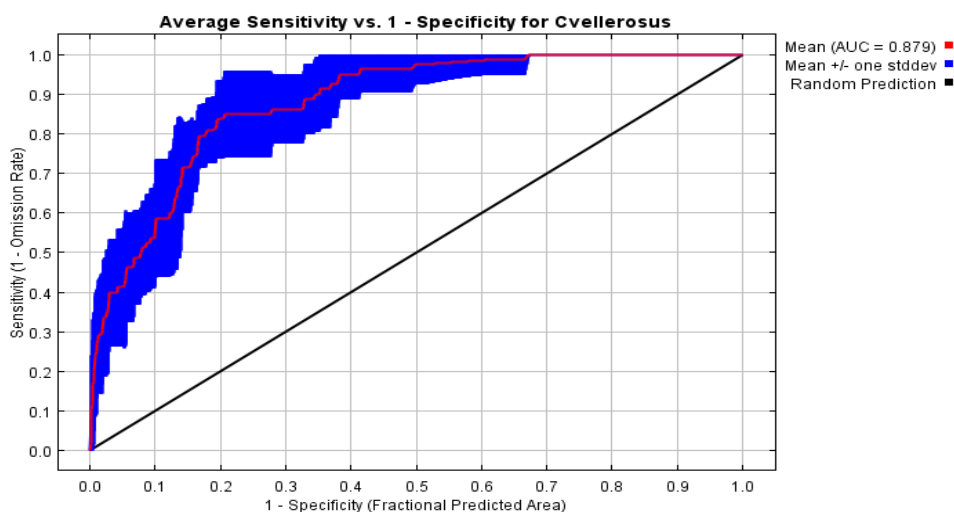
This page summarizes the results of 10 bootstrap models for *C. vellerosus*, created Sun Sep 16 18:32:04 ART 2012 using Maxent version 3.3.3k. The individual models are here: [\[0\]](#) [\[1\]](#) [\[2\]](#) [\[3\]](#) [\[4\]](#) [\[5\]](#) [\[6\]](#) [\[7\]](#) [\[8\]](#) [\[9\]](#)

V.8.1. Analysis of omission/commission

The following picture shows the training omission rate and predicted area as a function of the cumulative threshold, averaged over the replicate runs.

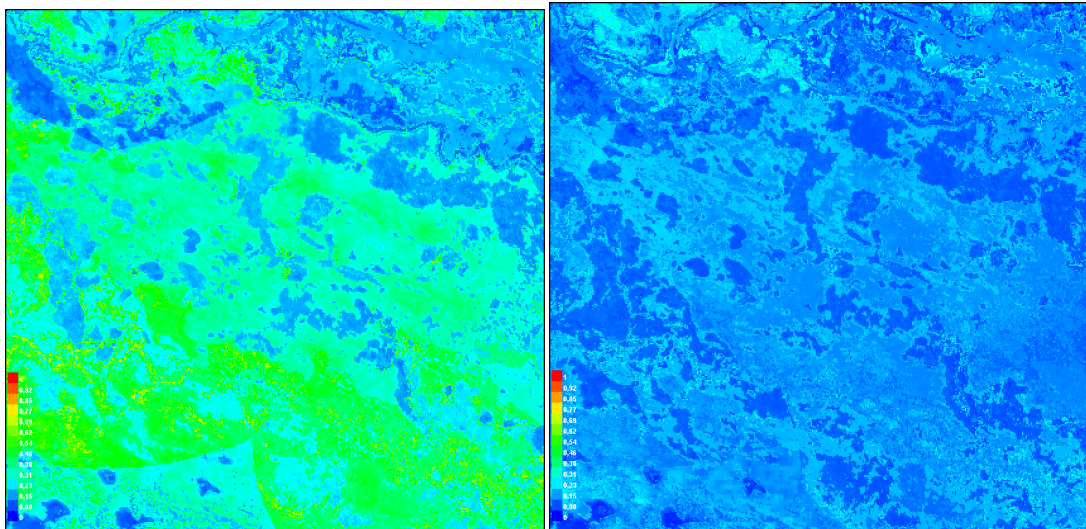


The next picture is the receiver operating characteristic (ROC) curve for the same data, again averaged over the replicate runs. Note that the specificity is defined using predicted area, rather than true commission (see the paper by Phillips, Anderson and Schapire cited on the help page for discussion of what this means). The average training AUC for the replicate runs is 0.879, and the standard deviation is 0.029.



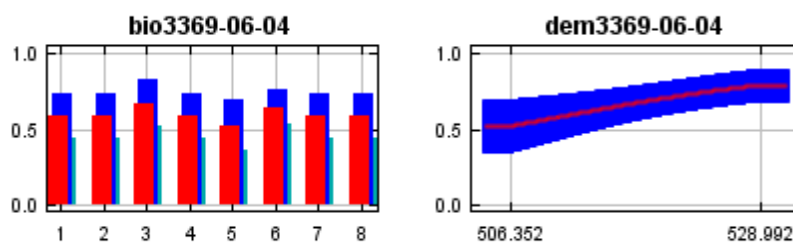
V.8.2. Pictures of the model

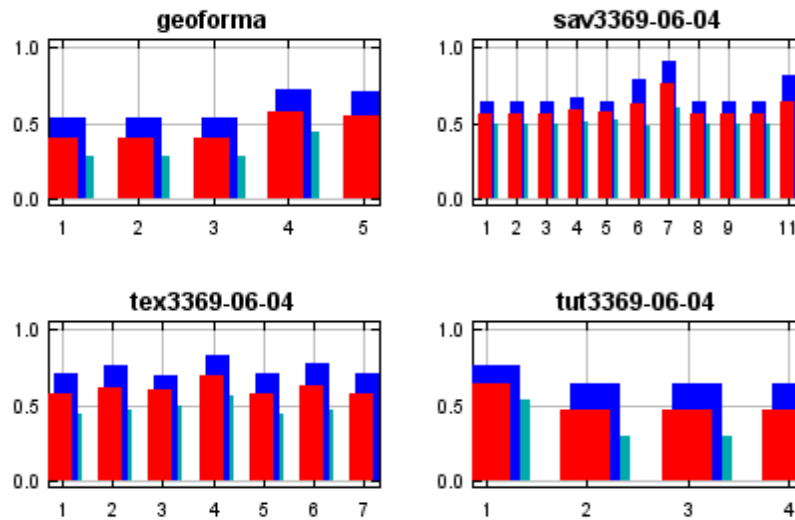
The following two pictures show the point-wise mean and standard deviation of the 10 output grids. Other available summary grids are [min](#), [max](#) and [median](#).



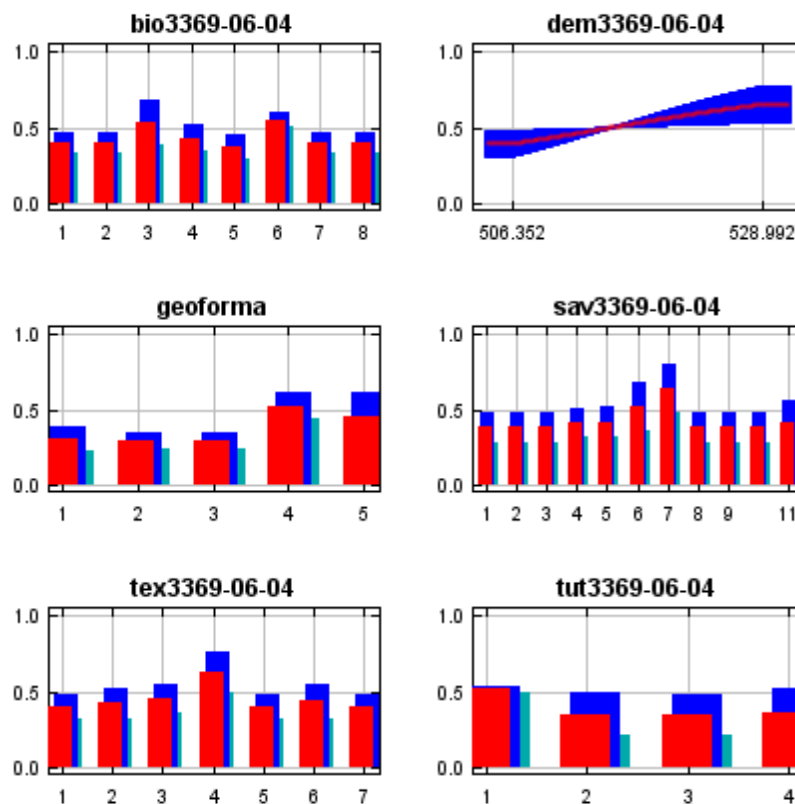
V.8.3. Response curves

These curves show how each environmental variable affects the Maxent prediction. The curves show how the logistic prediction changes as each environmental variable is varied, keeping all other environmental variables at their average sample value. Click on a response curve to see a larger version. Note that the curves can be hard to interpret if you have strongly correlated variables, as the model may depend on the correlations in ways that are not evident in the curves. In other words, the curves show the marginal effect of changing exactly one variable, whereas the model may take advantage of sets of variables changing together. The curves show the mean response of the 10 replicate Maxent runs (red) and the mean \pm one standard deviation (blue, two shades for categorical variables).





In contrast to the above marginal response curves, each of the following curves represents a different model, namely, a Maxent model created using only the corresponding variable. These plots reflect the dependence of predicted suitability both on the selected variable and on dependencies induced by correlations between the selected variable and other variables. They may be easier to interpret if there are strong correlations between variables.

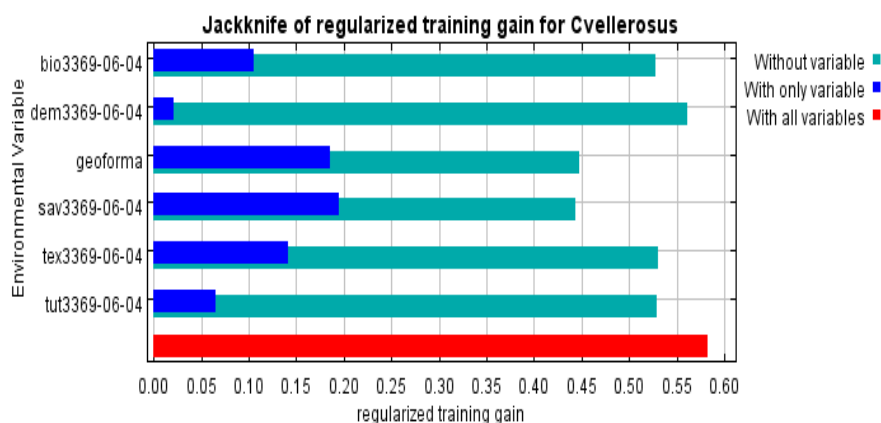


V.8.4. Analysis of variable contributions

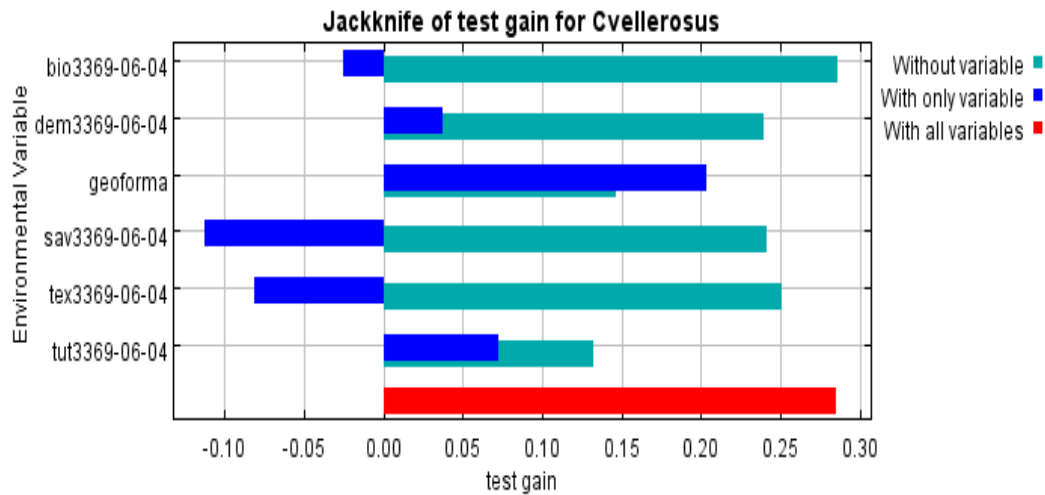
The following table gives estimates of relative contributions of the environmental variables to the Maxent model. To determine the first estimate, in each iteration of the training algorithm, the increase in regularized gain is added to the contribution of the corresponding variable, or subtracted from it if the change to the absolute value of lambda is negative. For the second estimate, for each environmental variable in turn, the values of that variable on training presence and background data are randomly permuted. The model is reevaluated on the permuted data, and the resulting drop in training AUC is shown in the table, normalized to percentages. As with the variable jackknife, variable contributions should be interpreted with caution when the predictor variables are correlated. Values shown are averages over replicate runs.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
geoforma	30.8	33.7
sav3369-06-04	23.3	22.5
tex3369-06-04	16.7	15.1
tut3369-06-04	12.2	23.1
bio3369-06-04	12.1	4.2
dem3369-06-04	4.9	1.4

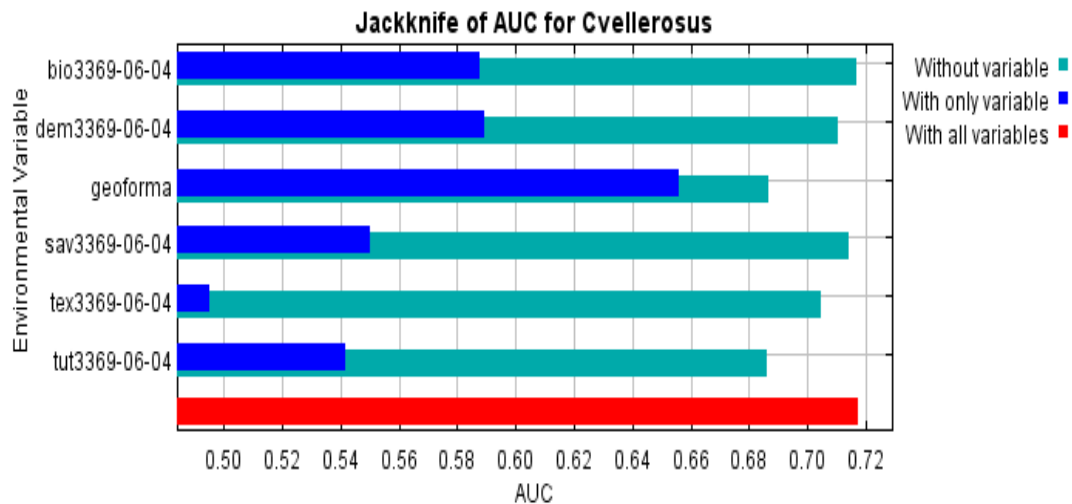
The following picture shows the results of the jackknife test of variable importance. The environmental variable with highest gain when used in isolation is sav3369-06-04, which therefore appears to have the most useful information by itself. The environmental variable that decreases the gain the most when it is omitted is sav3369-06-04, which therefore appears to have the most information that isn't present in the other variables. Values shown are averages over replicate runs.



The next picture shows the same jackknife test, using test gain instead of training gain. Note that conclusions about which variables are most important can change, now that we're looking at test data.



Lastly, we have the same jackknife test, using AUC on test data.



Command line to repeat this species model: `java density.MaxEnt nowarnings noprefixes -E "" -E Cvellerosus responsecurves jackknife outputdirectory=C:\Maxent\Paisaje\Resultados\Setiem_2012 samplesfile=C:\Maxent\Paisaje\Localidades\01Local_paisa.csv environmentalayers=C:\Maxent\Paisaje\Variables randomseed noremoveduplicates randomtestpoints=25 replicates=10 replicatetype=bootstrap -t bio3369-06-04 -t geoforma -t sav3369-06-04 -t tex3369-06-04 -t tut3369-06-04.`

V.9. Codificación de grillas ambientales para los modelos de máxima entropía de escala local, parcelas.

Clases de Geoformas (geo)		
clases	Categoría	
1	Bajo	
2	entremedano	
3	filo medano	
4	ladera	
5	pie	
Cobertura de vegetación (savi)		
clases	Rango	
1	0-10	
2	10-20	
3	20-30	
4	30-40	
5	40-50	
6	50-60	
7	60-70	
8	70-80	
9	80-90	
10	90-100	
Exposición cardinal del sustrato (expo)		
clases	Rango	
1	0-45	
2	45-90	
3	90-135	
4	135-180	
5	180-225	
6	225-270	
7	270-315	
8	315-360	
resistencia del suelo (resistencia)		
clases	Categoría	
0-10 MN	muy blando	
10-20MN	blando	
20-30MN	medio	
30-40MN	duro	
40-415MN	muy duro	
Diversidad entomológica (diventomologica)		
Clases	H'	Categoría
1	0,00-0,42	muy baja
2	0,42-0,84	baja
3	0,84-1,26	moderada
4	1,26-1,68	alta
5	1,68-1,95	muy alta

Diversidad florística (divflorística)		
Clases	H'	Categoría
1	0,00-1,42	muy baja
2	1,42-1,65	baja
3	1,65-1,86	moderada
4	1,86-2,08	alta
5	2,08-2,30	muy alta

Pendiente del terreno (slope)		
Clases	desnivel	Categoría
1	0,00-1,16	muy baja
2	1,16-2,32	baja
3	2,32-3,48	moderada
4	3,48-4,64	alta
5	4,64-5,80	muy alta

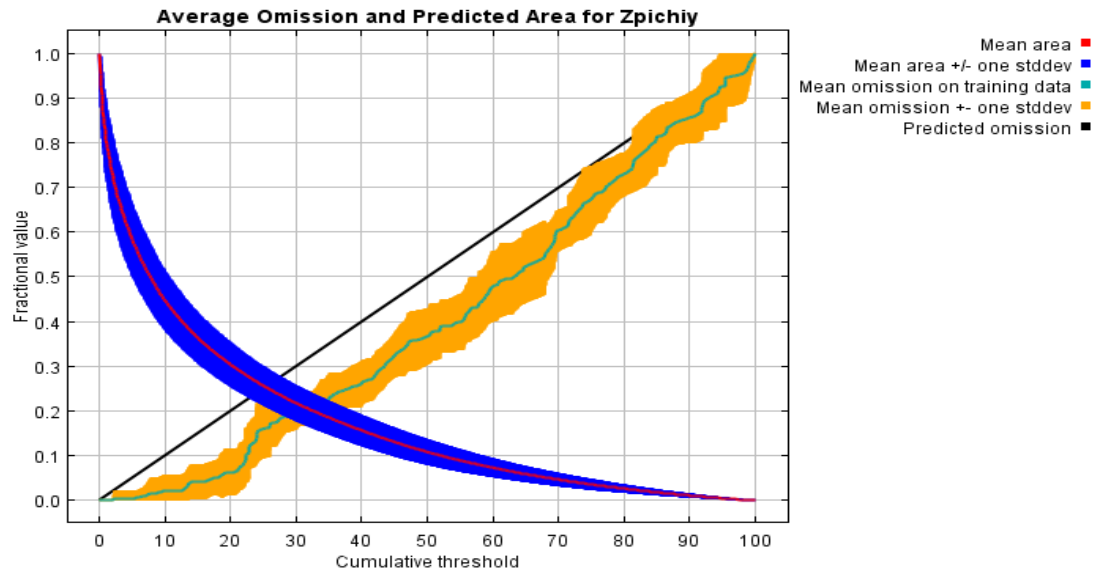
Exposición solar del terreno (expo)		
Clases	Azimuth	Categoría
1	80-94	muy baja
2	94-108	baja
3	108-122	media
4	122-136	alta
5	136-150	muy alta

V.10. Replicated maxent model for *Z. pichiy* in Maria Luisa, cuevas

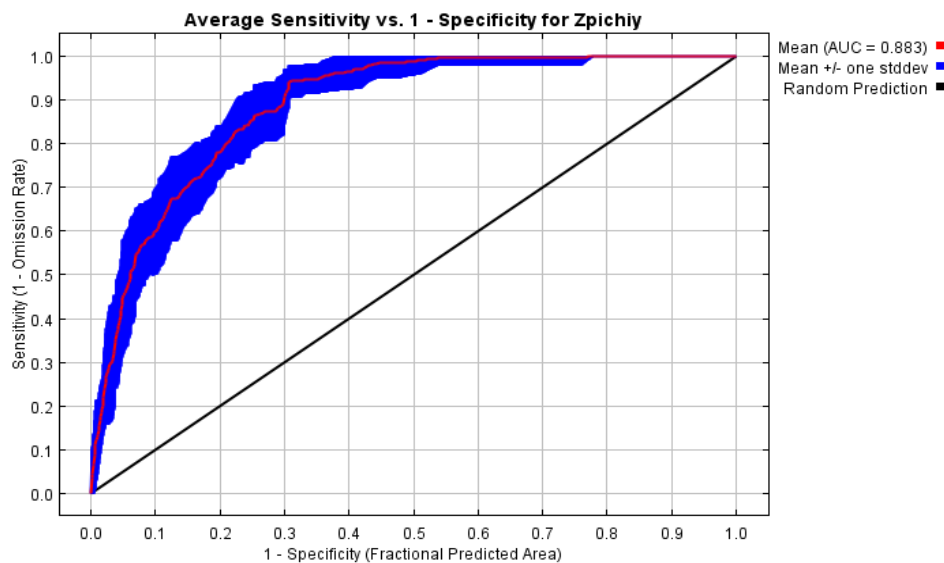
This page summarizes the results of 10 bootstrap models for *Z. pichiy*, created Sun Sep 30 17:20:20 ART 2012 using Maxent version 3.3.3k. The individual models are here: [\[0\]](#) [\[1\]](#) [\[2\]](#) [\[3\]](#) [\[4\]](#) [\[5\]](#) [\[6\]](#) [\[7\]](#) [\[8\]](#) [\[9\]](#)

V.10.1. Analysis of omission/commission

The following picture shows the training omission rate and predicted area as a function of the cumulative threshold, averaged over the replicate runs.

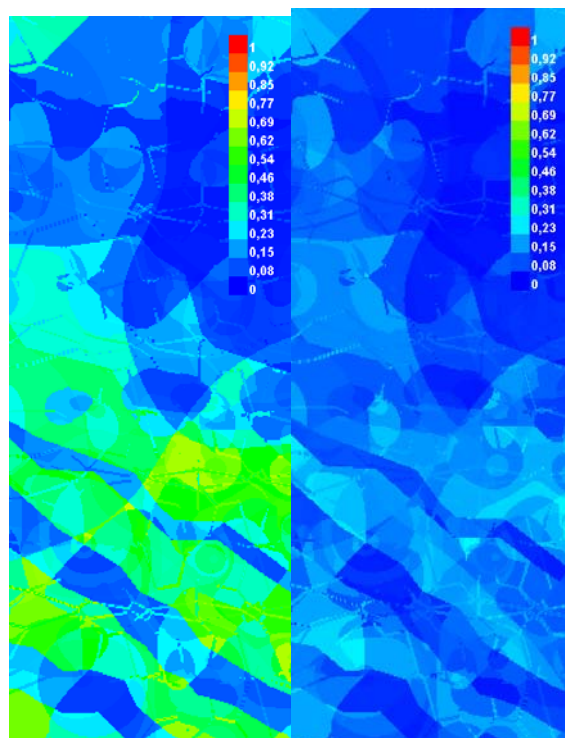


The next picture is the receiver operating characteristic (ROC) curve for the same data, again averaged over the replicate runs. Note that the specificity is defined using predicted area, rather than true commission (see the paper by Phillips, Anderson and Schapire cited on the help page for discussion of what this means). The average training AUC for the replicate runs is 0.883, and the standard deviation is 0.024.



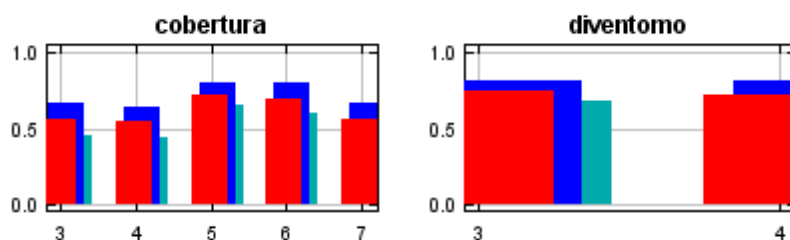
V.10.2. Pictures of the model

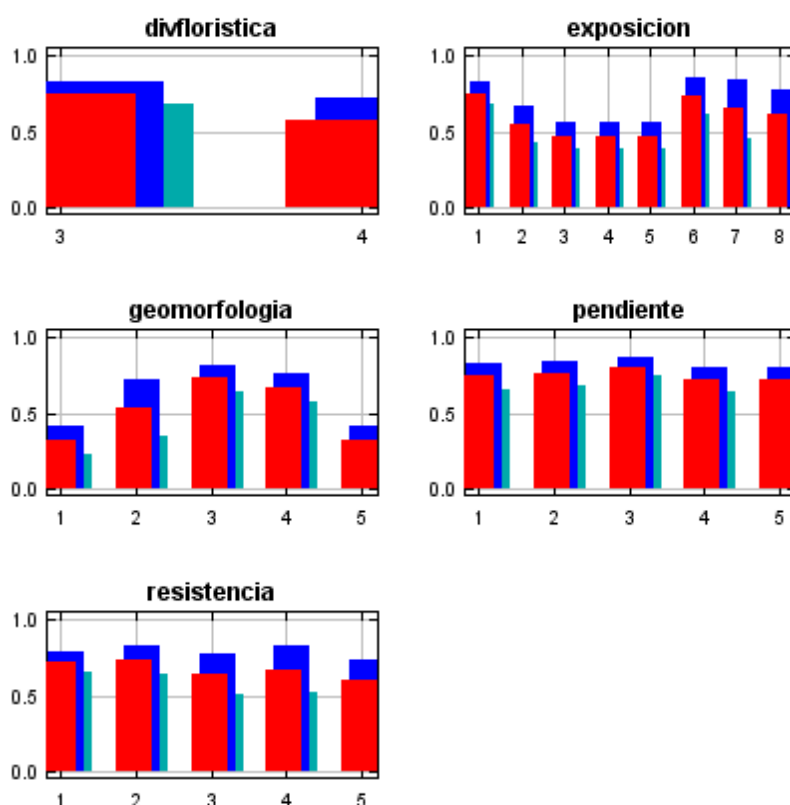
The following two pictures show the point-wise mean and standard deviation of the 10 output grids. Other available summary grids are [min](#), [max](#) and [median](#).



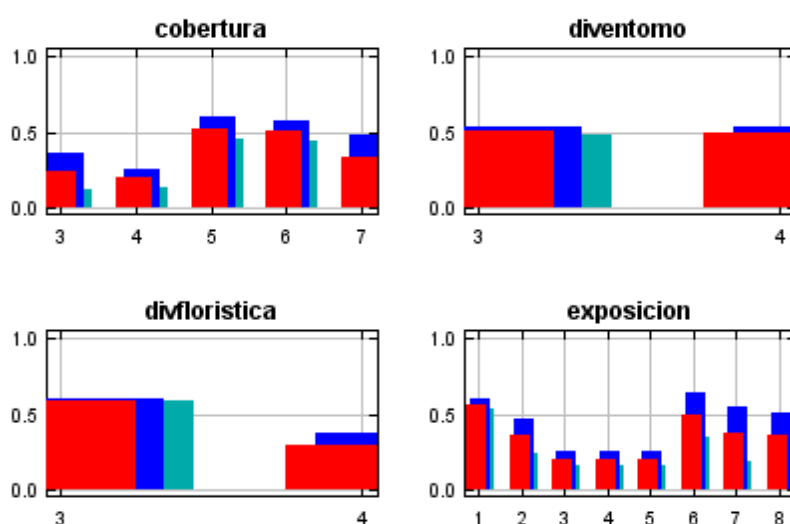
V.10.3. Response curves

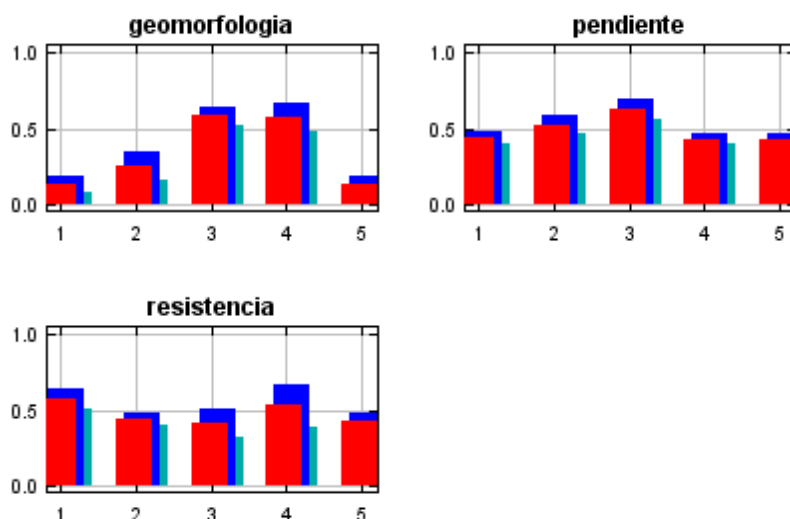
These curves show how each environmental variable affects the Maxent prediction. The curves show how the logistic prediction changes as each environmental variable is varied, keeping all other environmental variables at their average sample value. Click on a response curve to see a larger version. Note that the curves can be hard to interpret if you have strongly correlated variables, as the model may depend on the correlations in ways that are not evident in the curves. In other words, the curves show the marginal effect of changing exactly one variable, whereas the model may take advantage of sets of variables changing together. The curves show the mean response of the 10 replicate Maxent runs (red) and the mean \pm one standard deviation (blue, two shades for categorical variables).





In contrast to the above marginal response curves, each of the following curves represents a different model, namely, a Maxent model created using only the corresponding variable. These plots reflect the dependence of predicted suitability both on the selected variable and on dependencies induced by correlations between the selected variable and other variables. They may be easier to interpret if there are strong correlations between variables.



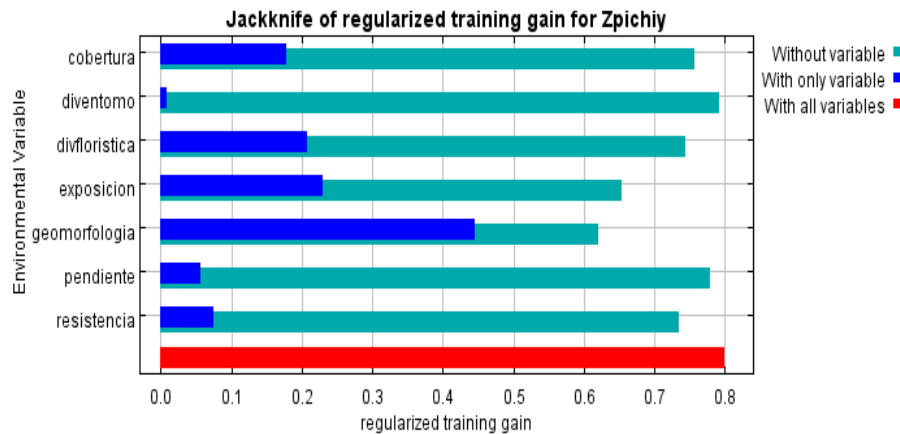


V.10.4 Analysis of variable contributions

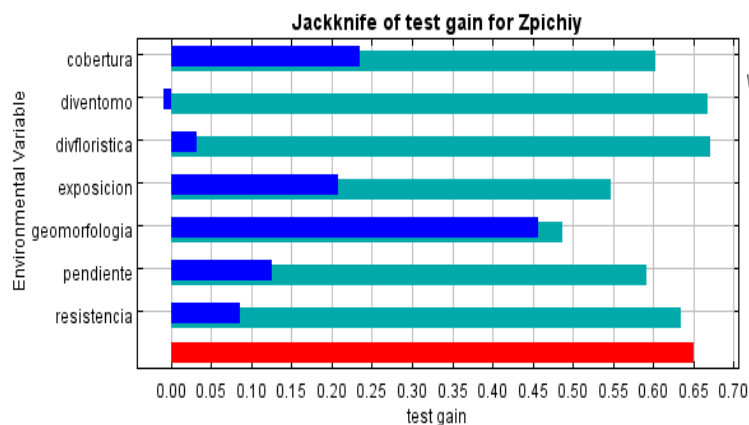
The following table gives estimates of relative contributions of the environmental variables to the Maxent model. To determine the first estimate, in each iteration of the training algorithm, the increase in regularized gain is added to the contribution of the corresponding variable, or subtracted from it if the change to the absolute value of lambda is negative. For the second estimate, for each environmental variable in turn, the values of that variable on training presence and background data are randomly permuted. The model is reevaluated on the permuted data, and the resulting drop in training AUC is shown in the table, normalized to percentages. As with the variable jackknife, variable contributions should be interpreted with caution when the predictor variables are correlated. Values shown are averages over replicate runs.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
geomorfologia	39.8	38
exposicion	24.1	23.2
divfloristica	16.4	14.4
cobertura	8.6	10.3
resistencia	6.7	7.5
pendiente	3.5	3.6
diventomo	0.9	3

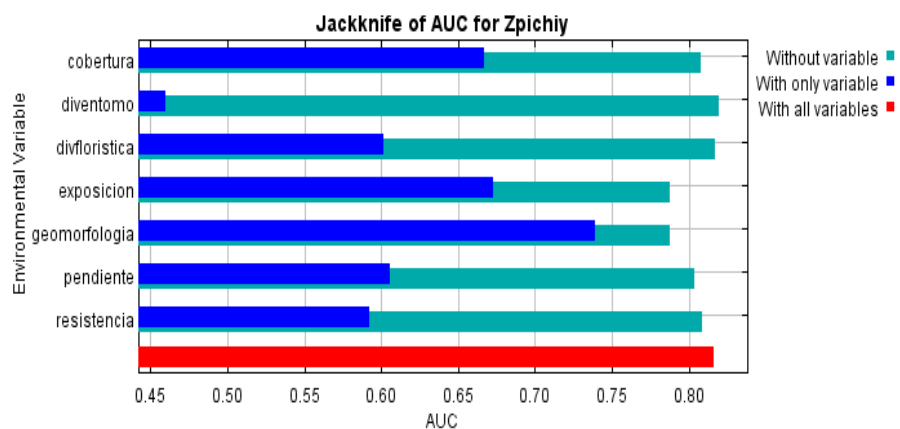
The following picture shows the results of the jackknife test of variable importance. The environmental variable with highest gain when used in isolation is geomorfologia, which therefore appears to have the most useful information by itself. The environmental variable that decreases the gain the most when it is omitted is geomorfologia, which therefore appears to have the most information that isn't present in the other variables. Values shown are averages over replicate runs.



The next picture shows the same jackknife test, using test gain instead of training gain.



Lastly, we have the same jackknife test, using AUC on test data.



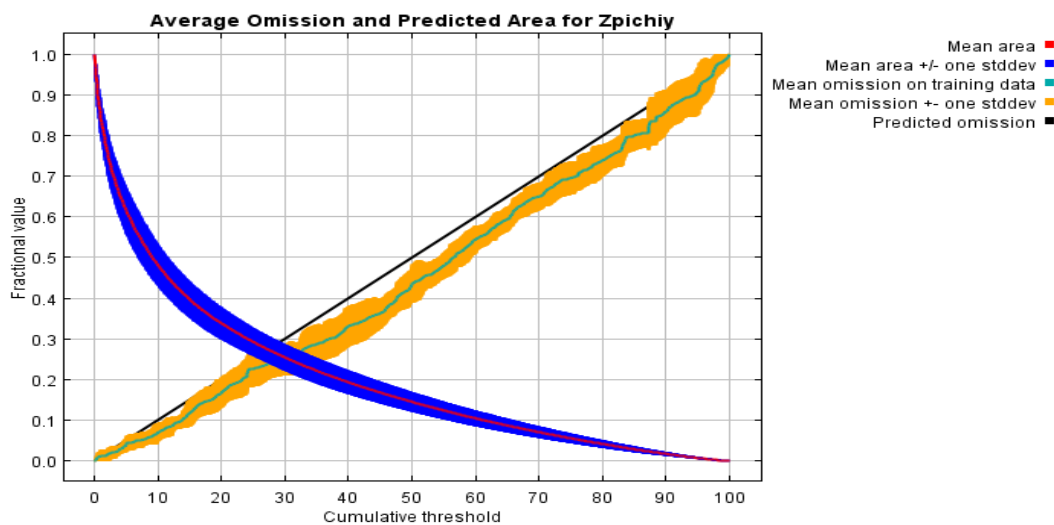
Command line to repeat this species model: java density.MaxEnt nowarnings noprefixes -E "" -E Zpichiy responsecurves jackknife
 outputdirectory=C:\Maxent\Parcelas\Resul_discretas\Cuevas7525\ML7525
 samplesfile=C:\Maxent\Parcelas\Localidades2\MLcuevas.csv
 environmentalayers=C:\Maxent\Parcelas\Variables\discretas\ML randomseed noaskoverwrite
 noremoveduplicates randomtestpoints=25 replicates=10 replicatetype=bootstrap writeplotdata -
 N solana -t cobertura -t diventomo -t divfloristica -t exposicion -t geomorfologia -t pendiente -t
 resistencia.

VI.11. Replicated maxent model for *Z. pichiy* in María Luisa, hozaduras

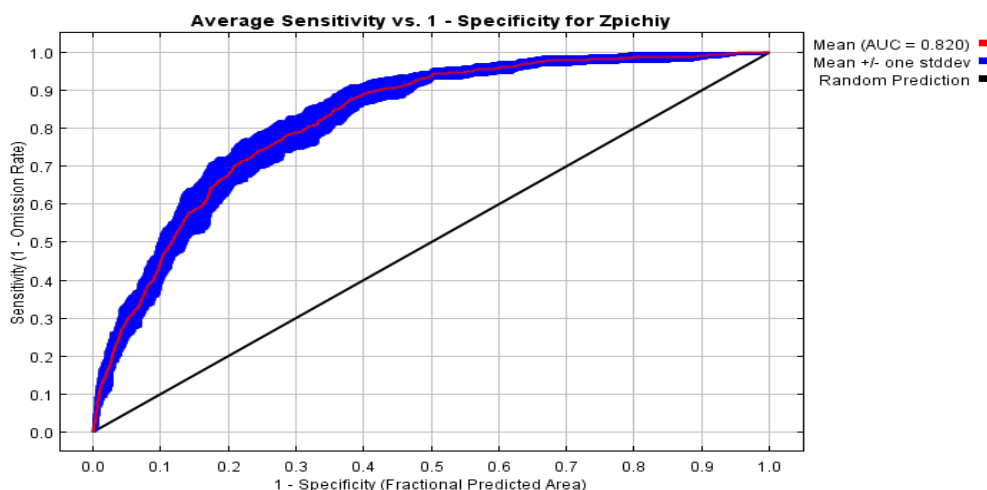
This page summarizes the results of 10 bootstrap models for *Zpichiy*, created Sun Sep 30 17:29:27 ART 2012 using Maxent version 3.3.3k. The individual models are here: [\[0\]](#) [\[1\]](#) [\[2\]](#) [\[3\]](#) [\[4\]](#) [\[5\]](#) [\[6\]](#) [\[7\]](#) [\[8\]](#) [\[9\]](#)

VI.11.1 Analysis of omission/commission

The following picture shows the training omission rate and predicted area as a function of the cumulative threshold, averaged over the replicate runs.

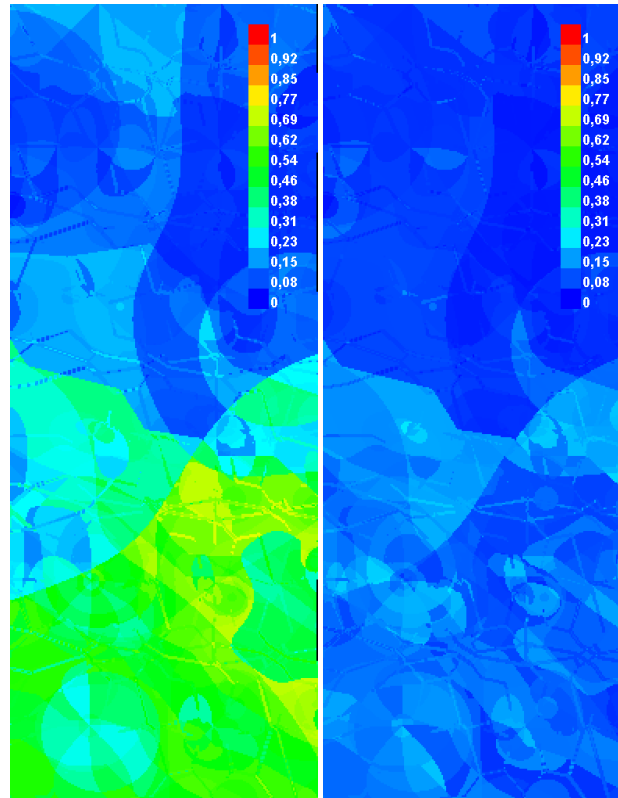


The next picture is the receiver operating characteristic (ROC) curve for the same data, again averaged over the replicate runs. Note that the specificity is defined using predicted area, rather than true commission (see the paper by Phillips, Anderson and Schapire cited on the help page for discussion of what this means). The average training AUC for the replicate runs is 0.820, and the standard deviation is 0.018.



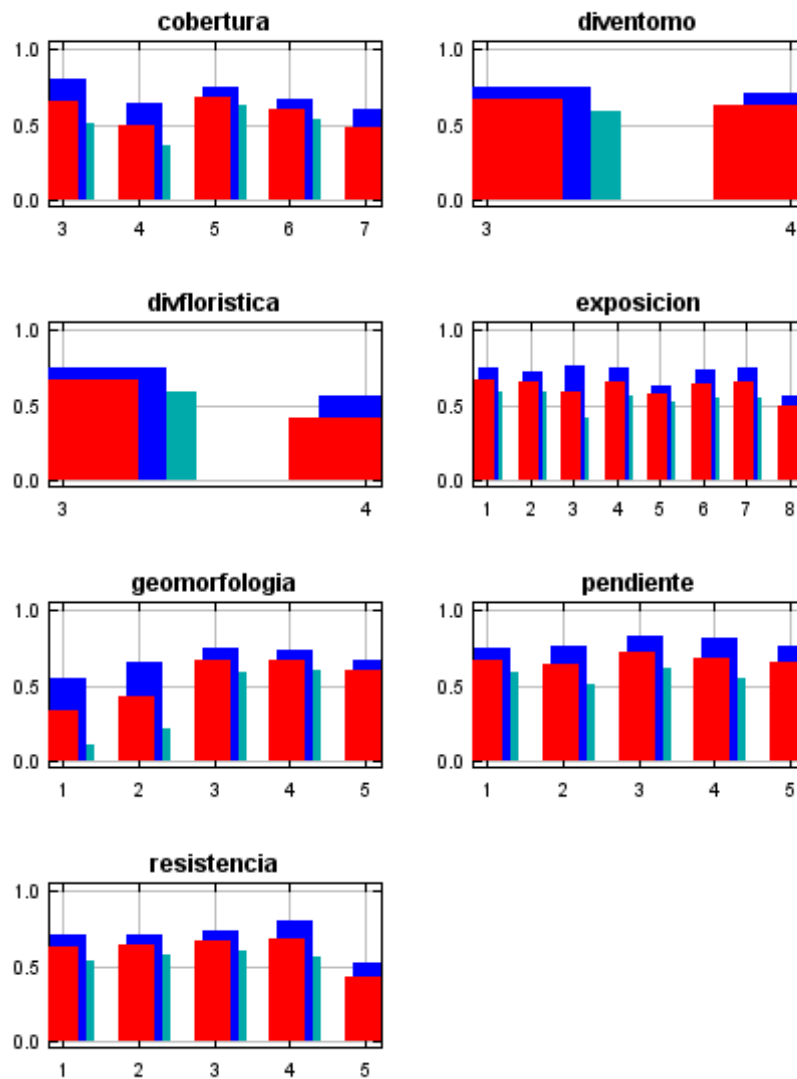
VI.11.2. Pictures of the model

The following two pictures show the point-wise mean and standard deviation of the 10 output grids. Other available summary grids are [min](#), [max](#) and [median](#).

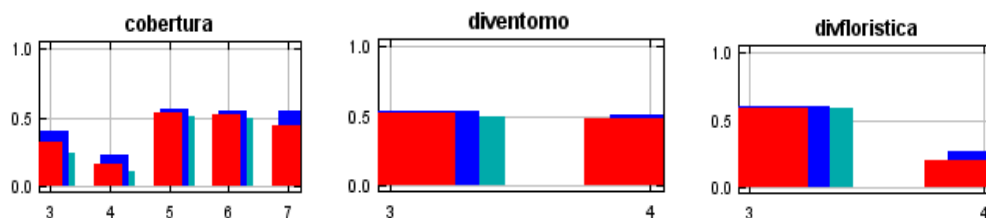


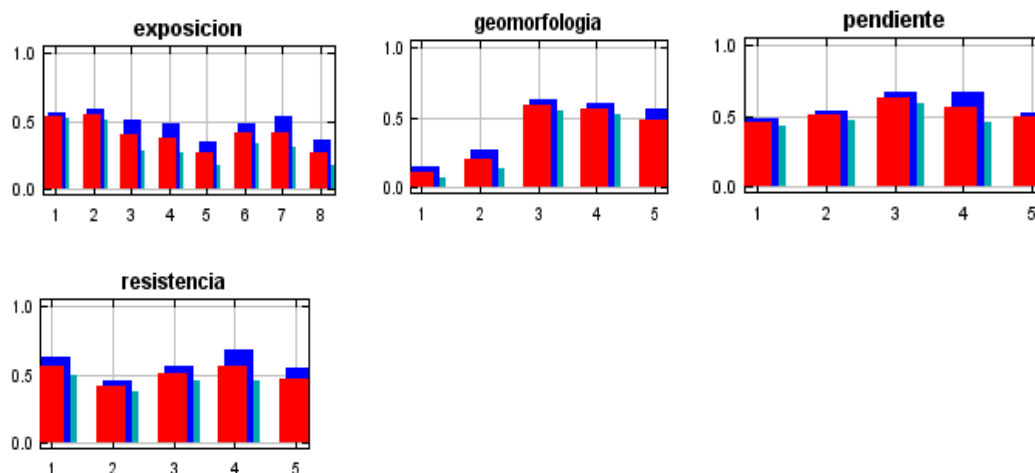
VI.11.3. Response curves

These curves show how each environmental variable affects the Maxent prediction. The curves show how the logistic prediction changes as each environmental variable is varied, keeping all other environmental variables at their average sample value. Click on a response curve to see a larger version. Note that the curves can be hard to interpret if you have strongly correlated variables, as the model may depend on the correlations in ways that are not evident in the curves. In other words, the curves show the marginal effect of changing exactly one variable, whereas the model may take advantage of sets of variables changing together. The curves show the mean response of the 10 replicate Maxent runs (red) and the mean \pm one standard deviation (blue, two shades for categorical variables).



In contrast to the above marginal response curves, each of the following curves represents a different model, namely, a Maxent model created using only the corresponding variable. These plots reflect the dependence of predicted suitability both on the selected variable and on dependencies induced by correlations between the selected variable and other variables. They may be easier to interpret if there are strong correlations between variables.



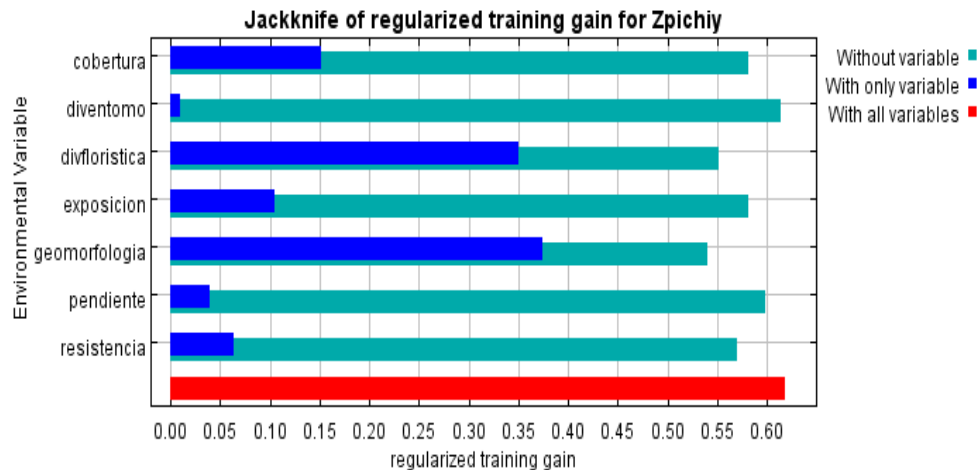


VI.11.4. Analysis of variable contributions

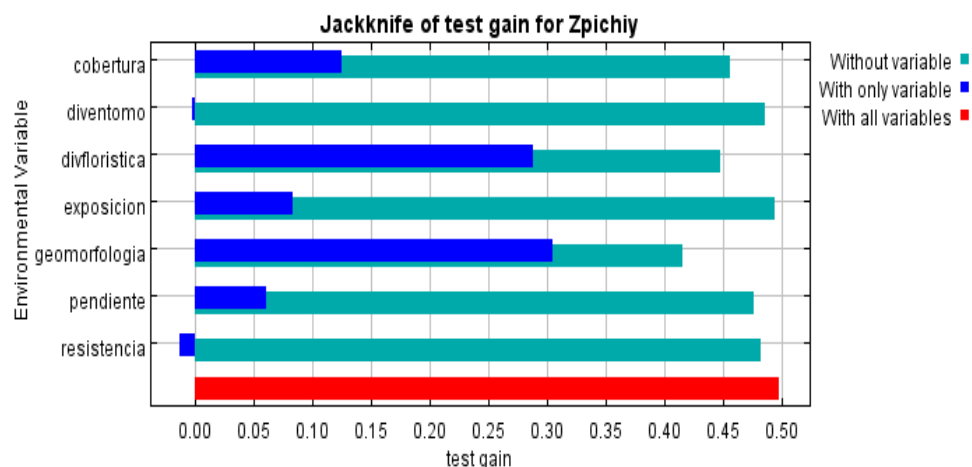
The following table gives estimates of relative contributions of the environmental variables to the Maxent model. To determine the first estimate, in each iteration of the training algorithm, the increase in regularized gain is added to the contribution of the corresponding variable, or subtracted from it if the change to the absolute value of lambda is negative. For the second estimate, for each environmental variable in turn, the values of that variable on training presence and background data are randomly permuted. The model is reevaluated on the permuted data, and the resulting drop in training AUC is shown in the table, normalized to percentages. As with the variable jackknife, variable contributions should be interpreted with caution when the predictor variables are correlated. Values shown are averages over replicate runs.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
divfloristica	47.2	22.4
geomorfologia	23.2	39.9
cobertura	11.3	10.7
exposicion	7.5	12
resistencia	6.5	8.8
pendiente	3.8	2.6
diventomo	0.5	3.6

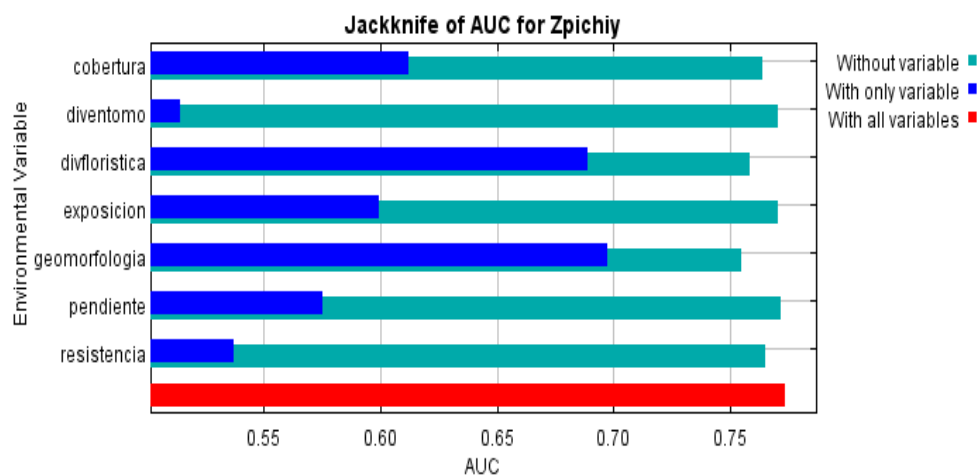
The following picture shows the results of the jackknife test of variable importance. The environmental variable with highest gain when used in isolation is **geomorfologia**, which therefore appears to have the most useful information by itself. The environmental variable that decreases the gain the most when it is omitted is **geomorfologia**, which therefore appears to have the most information that isn't present in the other variables. Values shown are averages over replicate runs.



The next picture shows the same jackknife test, using test gain instead of training gain. Note that conclusions about which variables are most important can change, now that we're looking at test data.



Lastly, we have the same jackknife test, using AUC on test data.



Anexo VI. Modelo de *Z. pichiy* para María Luisa, hozaduras

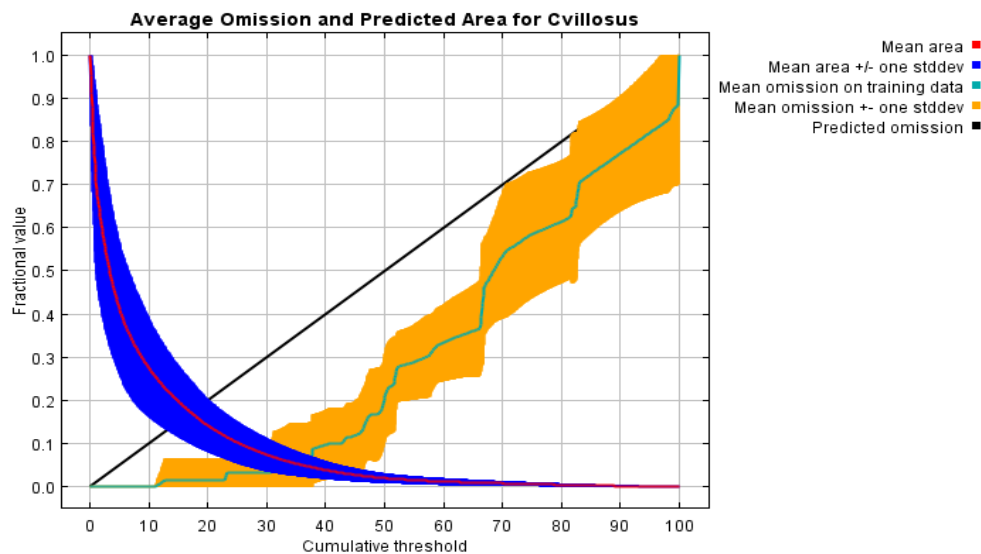
Command line to repeat this species model: java density.MaxEnt nowarnings noprefixes -E "" -E Zpichiy responsecurves jackknife
outputdirectory=C:\Maxent\Parcelas\Resul_discretas\Hozaduras7525\ML7525
samplesfile=C:\Maxent\Parcelas\Localidades2\MLhoza.csv
environmentallayers=C:\Maxent\Parcelas\Variables\discretas\ML randomseed noaskoverwrite
noremoveduplicates randomtestpoints=25 replicates=10 replicatetype=bootstrap writeplotdata -
N solana -t cobertura -t diventomo -t divfloristica -t exposicion -t geomorfologia -t pendiente -t
resistencia.

V.12. Replicated maxent model for *C. villosus* in María Luisa, cuevas

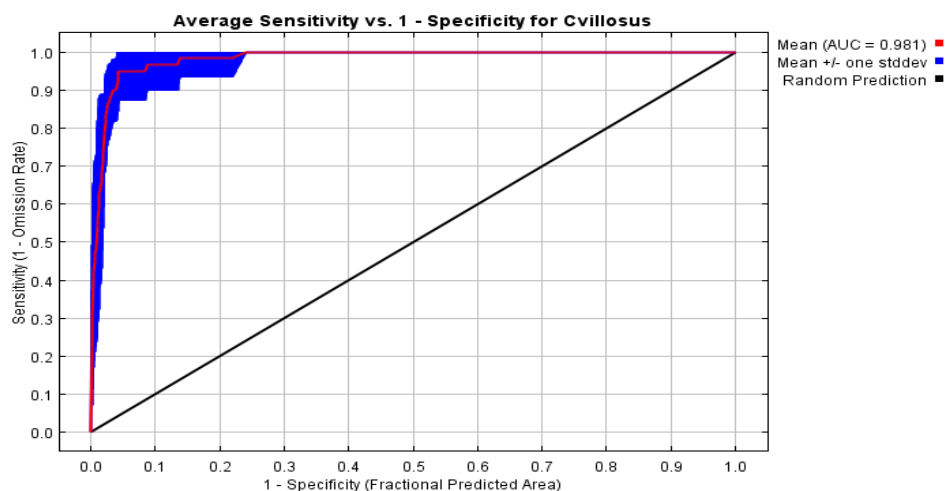
This page summarizes the results of 10 bootstrap models for *C. villosus*, created Sun Sep 30 17:18:16 ART 2012 using Maxent version 3.3.3k. The individual models are here: [\[0\]](#) [\[1\]](#) [\[2\]](#) [\[3\]](#) [\[4\]](#) [\[5\]](#) [\[6\]](#) [\[7\]](#) [\[8\]](#) [\[9\]](#)

V.12.1. Analysis of omission/commission

The following picture shows the training omission rate and predicted area as a function of the cumulative threshold, averaged over the replicate runs.

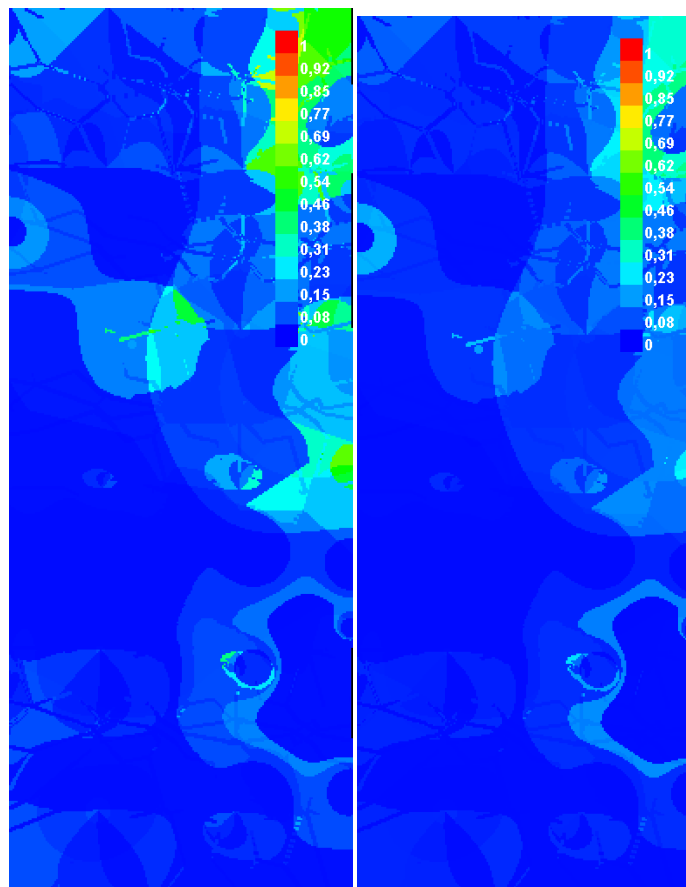


The next picture is the receiver operating characteristic (ROC) curve for the same data, again averaged over the replicate runs. Note that the specificity is defined using predicted area, rather than true commission (see the paper by Phillips, Anderson and Schapire cited on the help page for discussion of what this means). The average training AUC for the replicate runs is 0.981, and the standard deviation is 0.012.



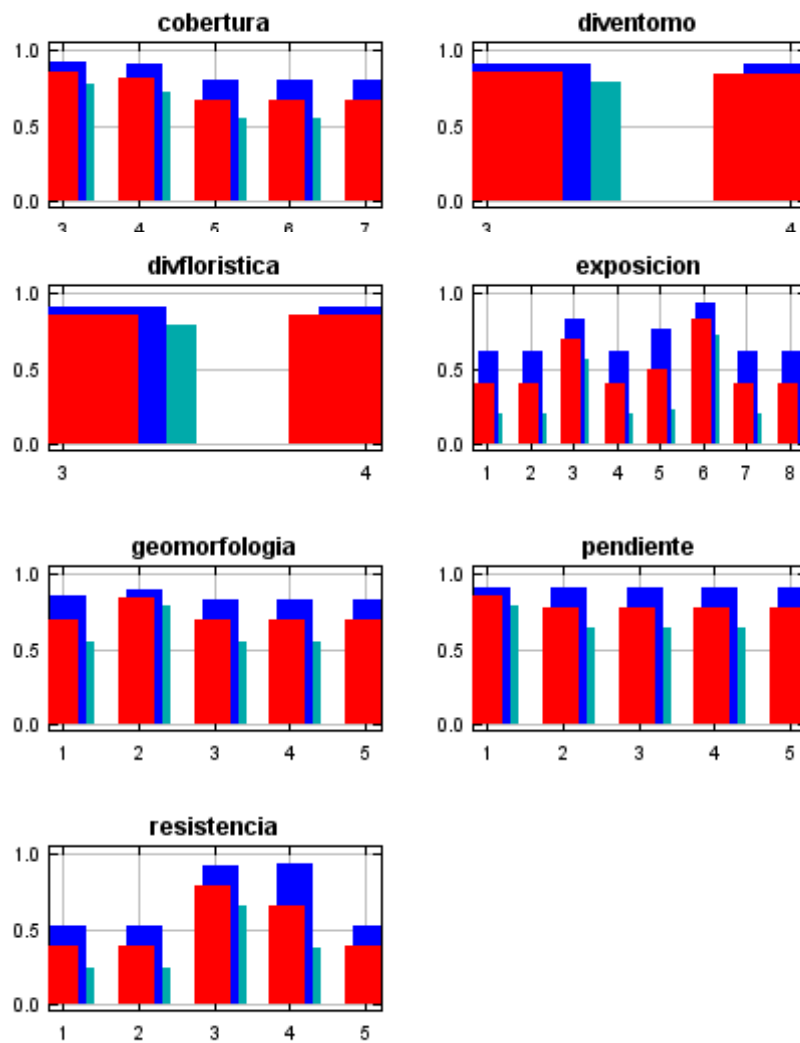
V.12.2. Pictures of the model

The following two pictures show the point-wise mean and standard deviation of the 10 output grids. Other available summary grids are [min](#), [max](#) and [median](#).

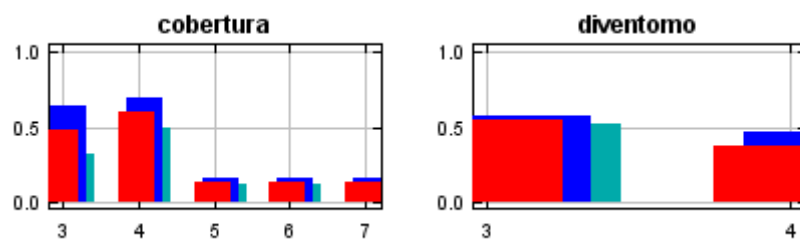


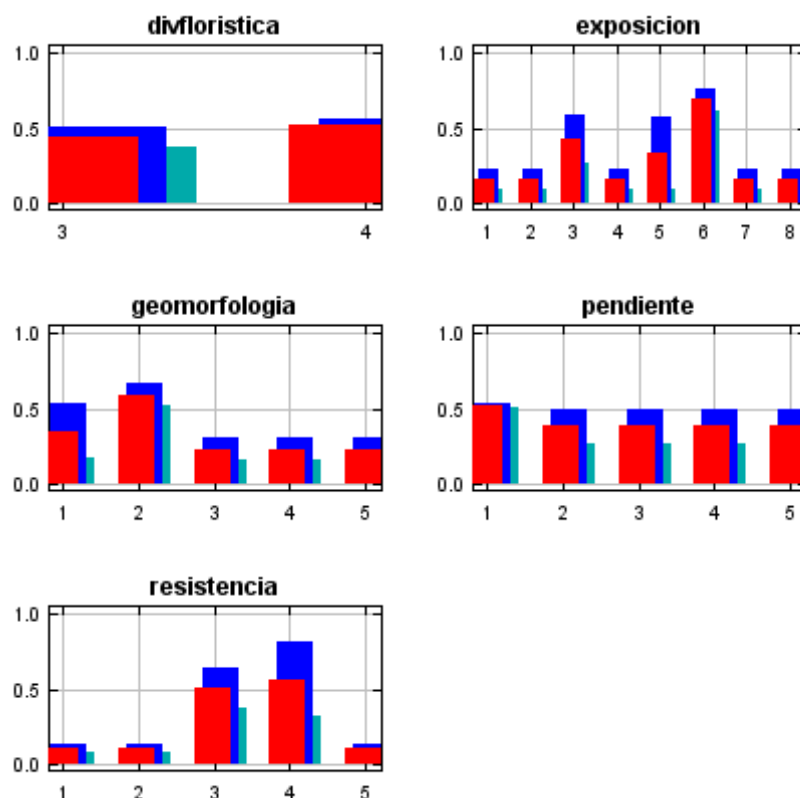
V.12.3. Response curves

These curves show how each environmental variable affects the Maxent prediction. The curves show how the logistic prediction changes as each environmental variable is varied, keeping all other environmental variables at their average sample value. Click on a response curve to see a larger version. Note that the curves can be hard to interpret if you have strongly correlated variables, as the model may depend on the correlations in ways that are not evident in the curves. In other words, the curves show the marginal effect of changing exactly one variable, whereas the model may take advantage of sets of variables changing together. The curves show the mean response of the 10 replicate Maxent runs (red) and the mean \pm one standard deviation (blue, two shades for categorical variables).



In contrast to the above marginal response curves, each of the following curves represents a different model, namely, a Maxent model created using only the corresponding variable. These plots reflect the dependence of predicted suitability both on the selected variable and on dependencies induced by correlations between the selected variable and other variables. They may be easier to interpret if there are strong correlations between variables.



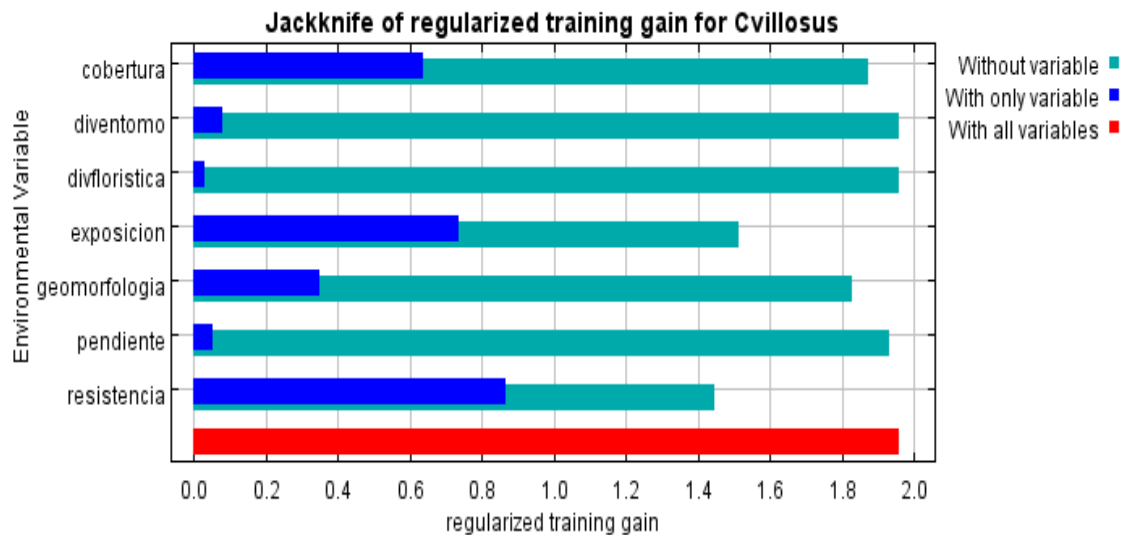


V.12.4. Analysis of variable contributions

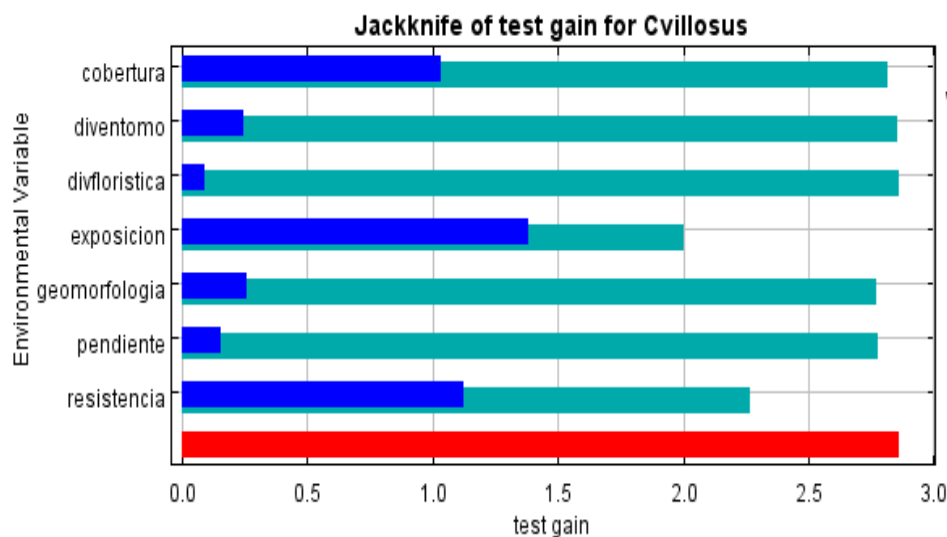
The following table gives estimates of relative contributions of the environmental variables to the Maxent model. To determine the first estimate, in each iteration of the training algorithm, the increase in regularized gain is added to the contribution of the corresponding variable, or subtracted from it if the change to the absolute value of lambda is negative. For the second estimate, for each environmental variable in turn, the values of that variable on training presence and background data are randomly permuted. The model is reevaluated on the permuted data, and the resulting drop in training AUC is shown in the table, normalized to percentages. As with the variable jackknife, variable contributions should be interpreted with caution when the predictor variables are correlated. Values shown are averages over replicate runs.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
resistencia	39.1	50.3
exposicion	29.7	21.8
cobertura	20.9	16.4
geomorfologia	8.6	9.1
pendiente	1.6	1.3
diventomo	0.1	1
divfloristica	0	0

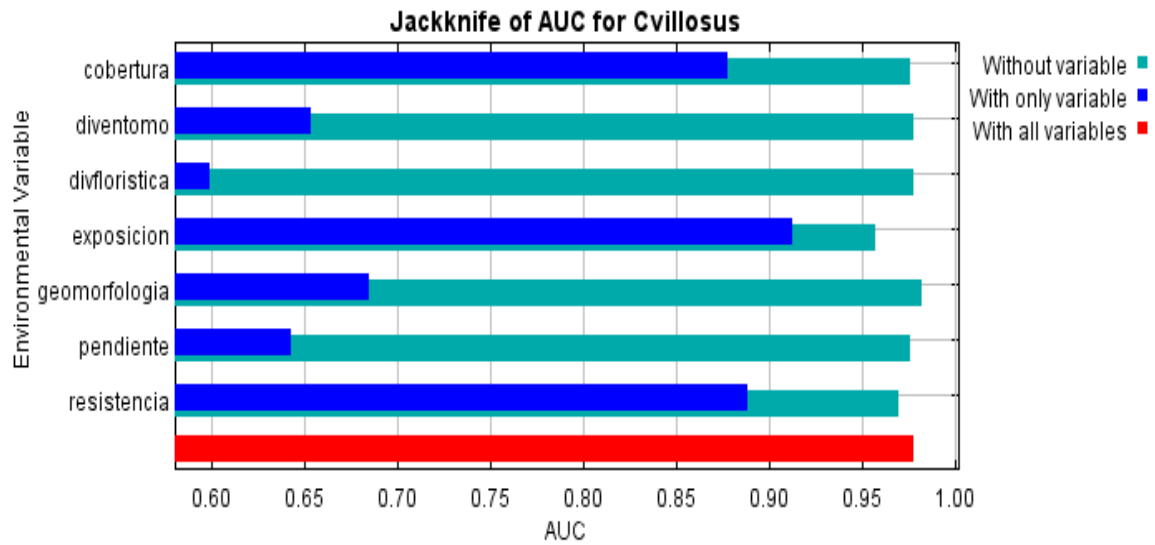
The following picture shows the results of the jackknife test of variable importance. The environmental variable with highest gain when used in isolation is resistencia, which therefore appears to have the most useful information by itself. The environmental variable that decreases the gain the most when it is omitted is resistencia, which therefore appears to have the most information that isn't present in the other variables. Values shown are averages over replicate runs.



The next picture shows the same jackknife test, using test gain instead of training gain. Note that conclusions about which variables are most important can change, now that we're looking at test data.



Lastly, we have the same jackknife test, using AUC on test data.



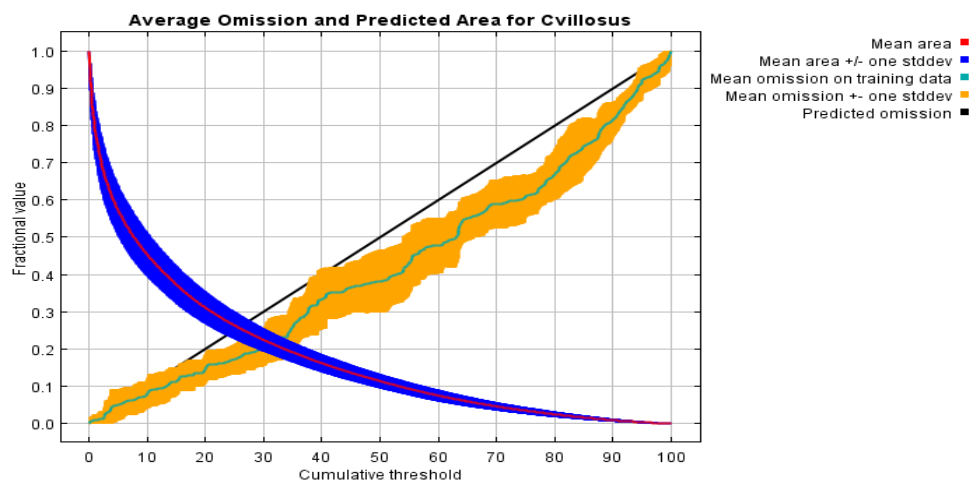
Command line to repeat this species model: java density.MaxEnt nowarnings noprefixes -E "" -E *C. villosus* responsecurves jackknife
 outputdirectory=C:\Maxent\Parcelas\Resul_discretas\Cuevas7525\ML7525
 samplesfile=C:\Maxent\Parcelas\Localidades2\MLcuevas.csv
 environmentalayers=C:\Maxent\Parcelas\Variables\discretas\ML randomseed noaskoverwrite
 noremoveduplicates randomtestpoints=25 replicates=10 replicatetype=bootstrap writeplotdata -
 N solana -t cobertura -t diventomo -t divfloristica -t exposicion -t geomorfologia -t pendiente -t
 resistencia.

V.13. Replicated maxent model for *C. villosus* in María Luisa, hozaduras

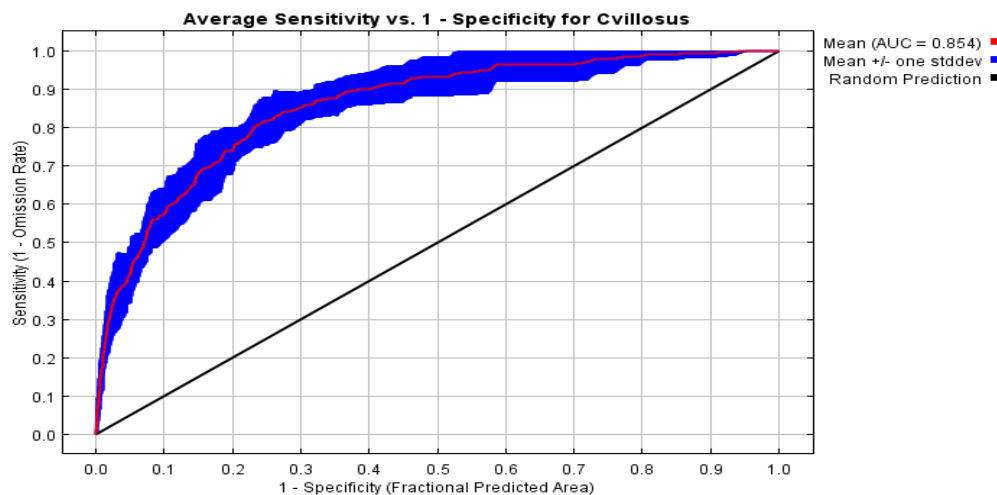
This page summarizes the results of 10 bootstrap models for *C. villosus*, created Sun Sep 30 17:27:06 ART 2012 using Maxent version 3.3.3k. The individual models are here: [\[0\]](#) [\[1\]](#) [\[2\]](#) [\[3\]](#) [\[4\]](#) [\[5\]](#) [\[6\]](#) [\[7\]](#) [\[8\]](#) [\[9\]](#)

V.13.1. Analysis of omission/commission

The following picture shows the training omission rate and predicted area as a function of the cumulative threshold, averaged over the replicate runs.

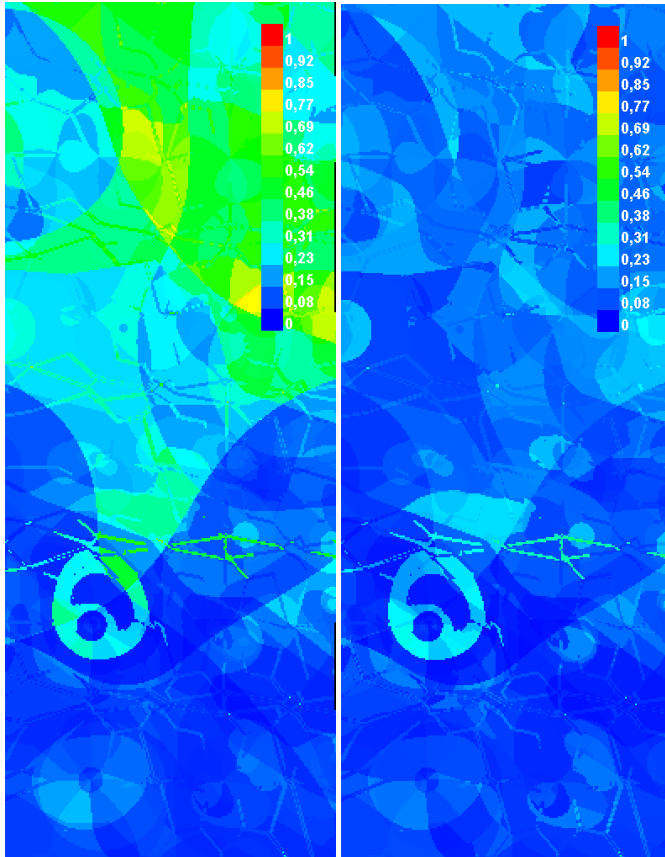


The next picture is the receiver operating characteristic (ROC) curve for the same data, again averaged over the replicate runs. Note that the specificity is defined using predicted area, rather than true commission (see the paper by Phillips, Anderson and Schapire cited on the help page for discussion of what this means). The average training AUC for the replicate runs is 0.854, and the standard deviation is 0.021.



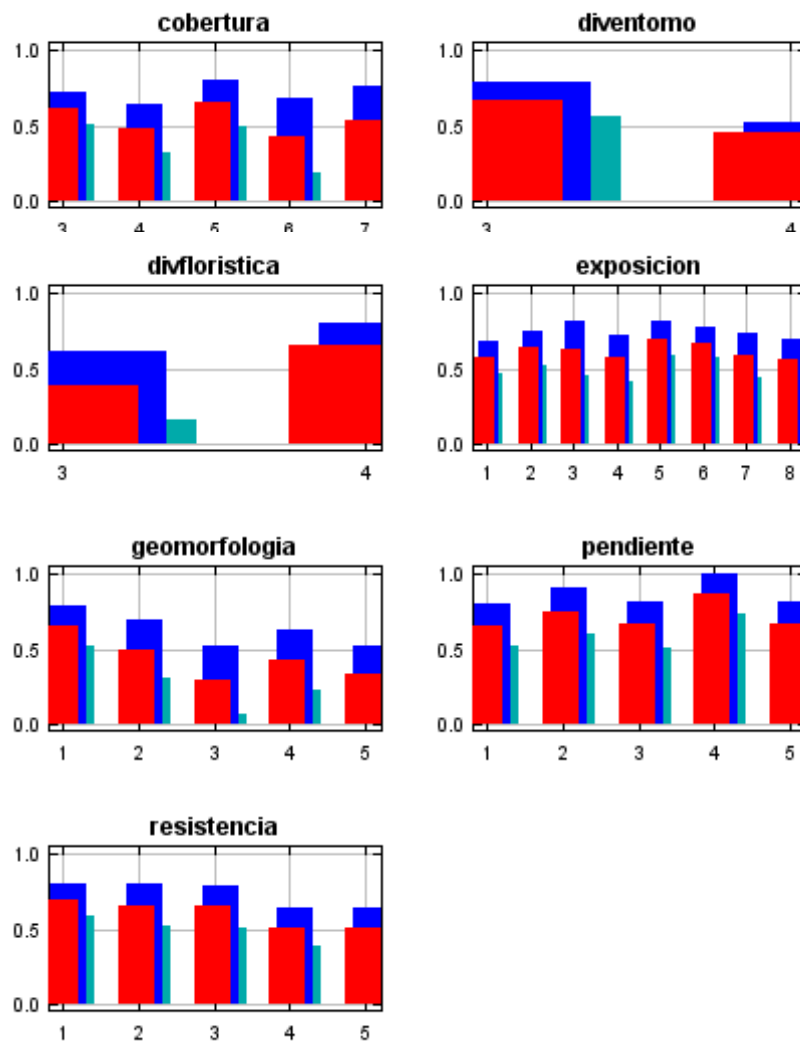
V.13.2. Pictures of the model

The following two pictures show the point-wise mean and standard deviation of the 10 output grids. Other available summary grids are [min](#), [max](#) and [median](#).

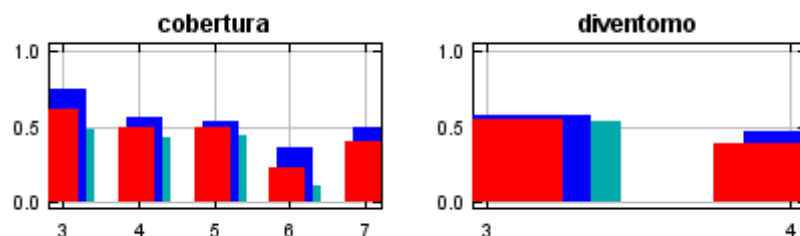


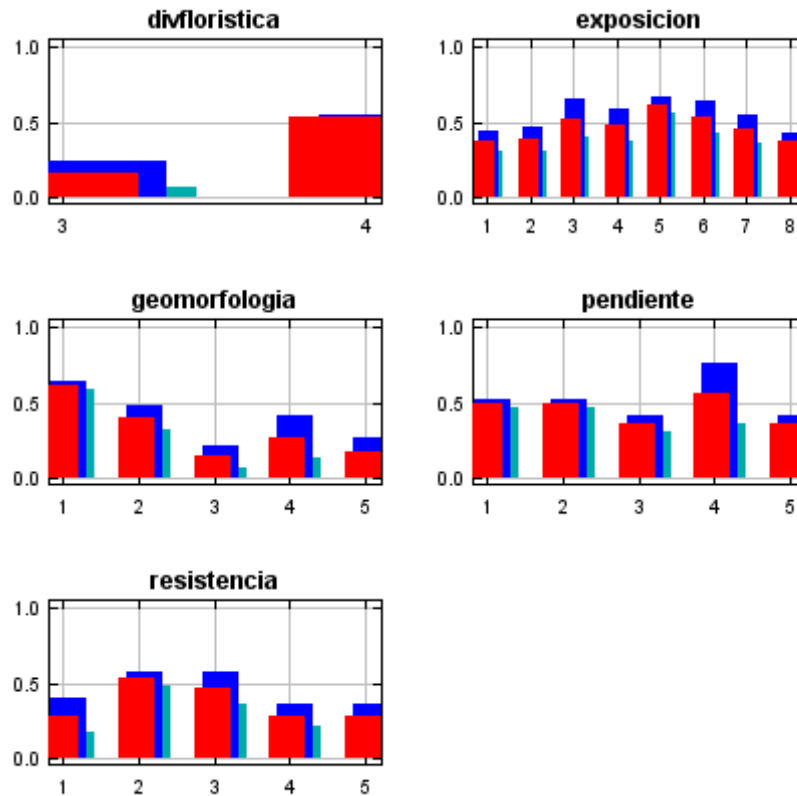
V.13.3. Response curves

These curves show how each environmental variable affects the Maxent prediction. The curves show how the logistic prediction changes as each environmental variable is varied, keeping all other environmental variables at their average sample value. Click on a response curve to see a larger version. Note that the curves can be hard to interpret if you have strongly correlated variables, as the model may depend on the correlations in ways that are not evident in the curves. In other words, the curves show the marginal effect of changing exactly one variable, whereas the model may take advantage of sets of variables changing together. The curves show the mean response of the 10 replicate Maxent runs (red) and the mean \pm one standard deviation (blue, two shades for categorical variables).



In contrast to the above marginal response curves, each of the following curves represents a different model, namely, a Maxent model created using only the corresponding variable. These plots reflect the dependence of predicted suitability both on the selected variable and on dependencies induced by correlations between the selected variable and other variables. They may be easier to interpret if there are strong correlations between variables.



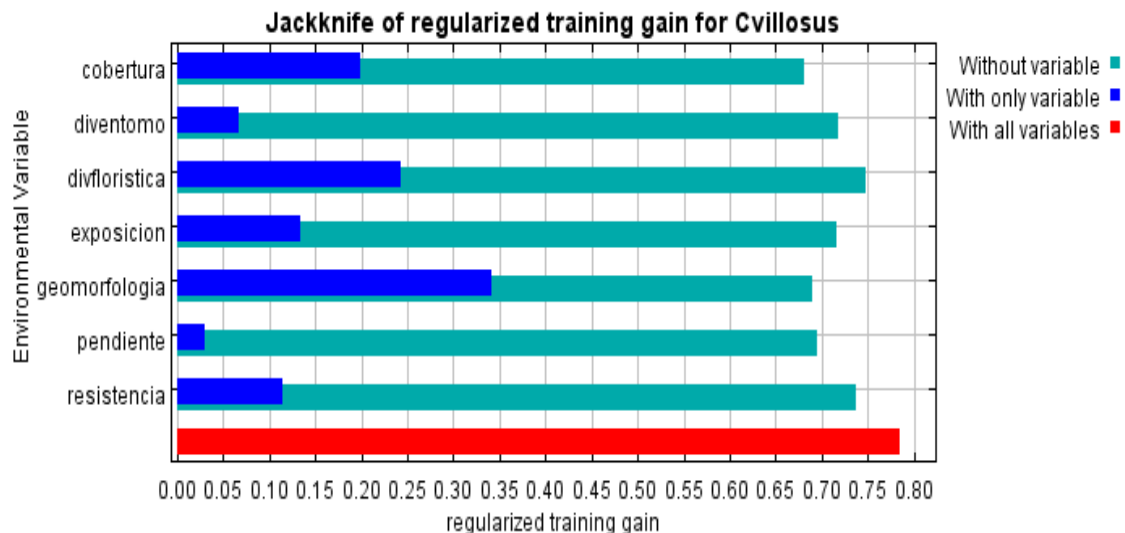


V.13.4. Analysis of variable contributions

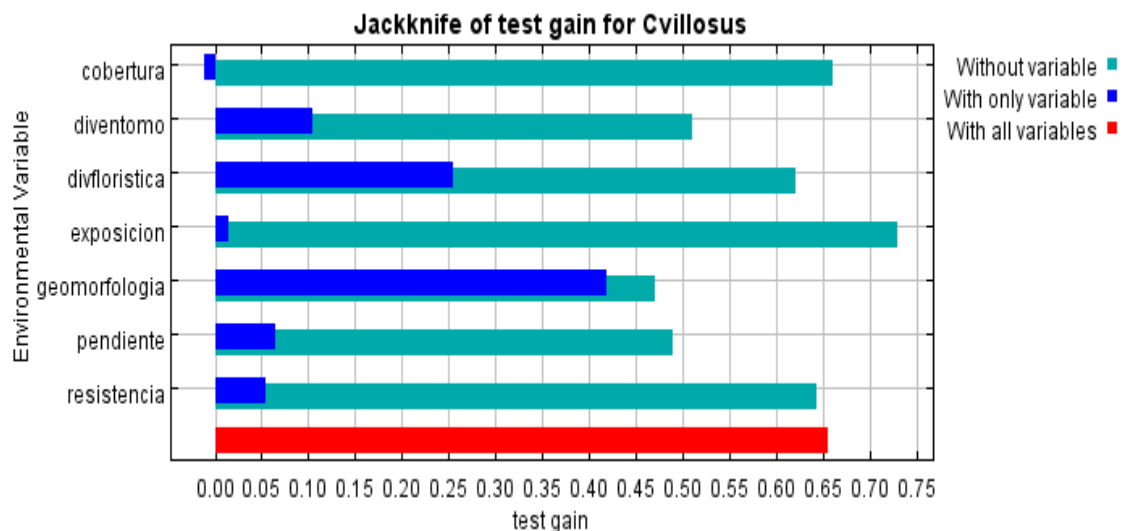
The following table gives estimates of relative contributions of the environmental variables to the Maxent model. To determine the first estimate, in each iteration of the training algorithm, the increase in regularized gain is added to the contribution of the corresponding variable, or subtracted from it if the change to the absolute value of lambda is negative. For the second estimate, for each environmental variable in turn, the values of that variable on training presence and background data are randomly permuted. The model is reevaluated on the permuted data, and the resulting drop in training AUC is shown in the table, normalized to percentages. As with the variable jackknife, variable contributions should be interpreted with caution when the predictor variables are correlated. Values shown are averages over replicate runs.

Variable	Percent contribution	Permutation importance
geomorfologia	24.8	26.3
divfloristica	21.5	26.4
cobertura	17.7	12.5
exposicion	10.5	4.8
diventomo	10.1	12.5
pendiente	8.7	10.6
resistencia	6.7	6.8

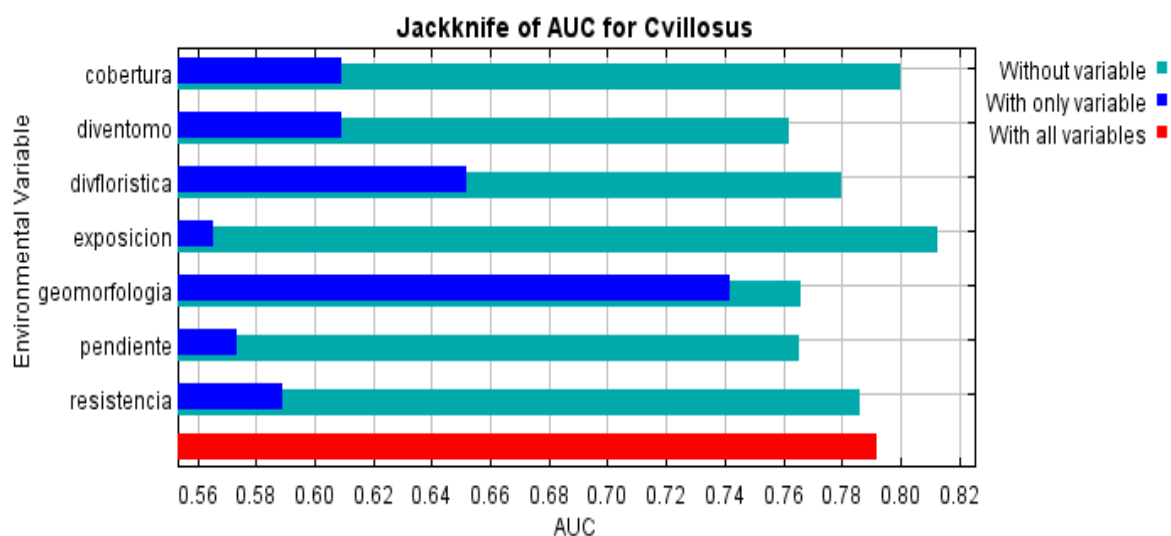
The following picture shows the results of the jackknife test of variable importance. The environmental variable with highest gain when used in isolation is geomorfologia, which therefore appears to have the most useful information by itself. The environmental variable that decreases the gain the most when it is omitted is cobertura, which therefore appears to have the most information that isn't present in the other variables. Values shown are averages over replicate runs.



The next picture shows the same jackknife test, using test gain instead of training gain. Note that conclusions about which variables are most important can change, now that we're looking at test data.



Lastly, we have the same jackknife test, using AUC on test data.



Command line to repeat this species model: java density.MaxEnt nowarnings noprefixes -E "" -E *Cvillosus* responsecurves jackknife
 outputdirectory=C:\Maxent\Parcelas\Resul_discretas\Hozaduras7525\ML7525
 samplesfile=C:\Maxent\Parcelas\Localidades2\MLhoza.csv
 environmentalayers=C:\Maxent\Parcelas\Variables\discretas\ML randomseed noaskoverwrite
 noremoveduplicates randomtestpoints=25 replicates=10 replicatetype=bootstrap writeplotdata -
 N solana -t cobertura -t diventomo -t divfloristica -t exposicion -t geomorfologia -t pendiente -t
 resistencia.

Anexo VI

Aportes a la base de datos geomorfológica estándar de Laval

ANEXO VI. APORTES A LA BASE DE DATOS GEOMORFOLÓGICA ESTÁNDAR DE LAVALLE

Autores: Laboratorio SIGDesert Ladyot, Seitz, Viviana P. (Gemaver) IADIZA

A continuación se expresan las tablas pertenecientes a las base de datos del Atlas SIGDesert desarrolladas por Salomón *et al.* (2005c) y aplicadas en a escala de paisaje del presente estudio. Sobre dicha base se adjuntaron definiciones específicas (denotadas con el símbolo *) al paisaje relevado en Lavalle. La primer columna de cada tabla (Co_nombre de la temática) denota la codificación numérica del ítem correspondiente a la columna de nombres (Nb_nombre de la temática), necesaria para la correlación de los términos. En formato negrita se remarcan los ítems relevados para este estudio de campo del total de ítems presentes (en itálicas).

VI.1. Codificación de clasificaciones geomorfológicas

Unidad de paisaje

Co_paisaje	Nb_paisaje
1	<i>Ambiente de montaña</i>
2	Planicie eólica fluvial
3	<i>Planicie fluvioeólica</i>

Unidad Ambiental

Co_unid_amb	Nb_unid_amb
1	<i>albardón</i>
2	<i>cañadón</i>
3	<i>cauce activo del rio Tulumaya</i>
4	<i>cauces abandonados</i>
5	<i>depósitos loerssoides</i>
6	<i>interfluvio rio Mendoza</i>
7	<i>interfluvio rio Mendoza-arroyo Tulumaya</i>
8	<i>lagunas</i>
9	medanos
10	paleocauce rio Mendoza
11*	<i>paleocauce rio san Juan</i>
12	<i>piedemonte distal</i>
13	<i>playa</i>
14	<i>salitral</i>
15	<i>lecho del Tulumaya</i>
16	<i>interfluvio desaguadero</i>
17	<i>bajos del rio Mendoza</i>
18	bajos del rio san Juan y desaguadero

Co_unid_amb	Nb_unid_amb
19	<i>lecho rio san Juan y desaguadero</i>
20	<i>cauce activo del rio Mendoza</i>

Geoforma

Co_geoform	Nb_geoform
1	<i>ambiente lacustre</i>
2	bajo con montículos
3	<i>bajo del interfluvio</i>
4	bajo inundable
5	<i>bajo o huayco</i>
6	<i>bajo sin salida moderadamente drenado</i>
7	<i>bañado</i>
8	<i>cubeta deflacionaria</i>
9	<i>cubeta fluvial</i>
10	<i>ramblón</i>
11	<i>deposito lacustre</i>
12	<i>fondo de laguna</i>
13	<i>ladera</i>
14	<i>lomada suave</i>
15	<i>medano bajo</i>
16	<i>paleo médano</i>
17	<i>planicie mal drenada con montículos</i>
18	<i>rellano</i>
19	<i>salina y barreal moderadamente drenado</i>
20	planicie poco drenada
21*	planicie poco drenada con montículos
22	<i>rellano suave</i>
23	<i>salina barreal sin drenaje</i>
24	<i>planicie con medanos</i>
25	<i>planicie en medanos con montículos</i>
26	medanos medios que rodean al rio san Juan
27*	medanos altos
28	<i>bajo</i>
29*	lecho de paleocauce

Elementos del relieve

Co_ele_relieve	Nb_ele_relieve
1	<i>bajos del bañado</i>
2	<i>borde de laguna</i>
3	<i>depresión</i>
4	<i>fondo de cubeta</i>
5	<i>fondo de los bajos</i>
6	<i>fondo del bañado</i>
7	<i>fondo del rellano</i>

Co_ele_relieve	Nb_ele_relieve
8	montículos
9	<i>montículos del depósito</i>
10	sector de contacto entre los montículos y el fondo
11	<i>sector de contacto entre ladera y bajo</i>
12	sector de inundación
13	<i>sector de transición lacustre medano</i>
14	<i>sector inferior de cañadón</i>
15*	sector inferior de la ladera y en contacto con el bajo
16*	sector intermedio de ladera
17*	ladera sector superior
18*	filo de medano
19	<i>sector superior de paleo médano</i>
20	<i>sector superior y medio de ladera</i>
21	<i>zona de contacto entre paleo médano y playa</i>
22	<i>zona de interdigitación con cauce Tulumaya</i>
23	<i>interfase entre cordones de medanos y paleocauce</i>
24	<i>bajos del albardón</i>
25*	bajo intermedanoso
26	<i>barreal</i>
27	<i>sector de inundación cauce Tulumaya</i>
28*	intermédano
29*	terrazza superior
30*	terrazza inferior
31*	fondo del paleocauce
32*	zona de contacto entre paleocauce y terraza

Exposición

Co_exposi	Nb_exposi
0	<i>sin determinar</i>
1	norte
2	noreste
3	este
4	sureste
5	sur
6	suroeste
7	oeste
8	noroeste
9	sin exposición

Forma del terreno

Co_forma_te	Nb_forma_te
0	<i>sin determinar</i>
1	<i>ondulado</i>
2	<i>ínfimamente ondulado</i>
3	<i>levemente ondulado</i>
4	levemente ondulado con montículos
5	<i>moderadamente ondulado</i>
6	plano
7	plano con montículos

Montículos de sedimento

co_monticulo	Nb_monticulos
1*	ausentes
2*	incipientes
3*	bajos
4*	bajos-medios
5*	medios
6*	medios-altos

Pendiente del terreno

Co_pendi	Nb_pendi
0	ausente
1	leve
2	moderada

Escurrimiento

Co_escurri	Nb_escurri
0	<i>sin determinar</i>
1	difuso
2	difuso laminar lineal
3	<i>difuso lineal</i>
4	difuso laminar
5	laminar
6	<i>laminar difuso</i>
7	lineal
8	lineal difuso
9	lineal laminar

Fuente de agua

Co_fte_agua	Nb_fte_agua
1	<i>subsuperficial</i>
2	<i>subsuperficial subterránea</i>
3	<i>subterránea</i>
4	superficial

Textura del suelo

Co_suel_textura	Nb_suel_textura
1	arcillo limoso
2	<i>arcilloso</i>
3	areno limoso

Co_suel_textura	Nb_suel_textura
4	arenoso arcilloso
5	arenoso
6	franco arenoso
7	limo arcilloso
8	limo arenoso
9	limoso
10	areno franco
11	franco limoso
13	franco limo arcilloso
14	franco limo arenoso

VI.2. Definición de términos

Ambiente: ámbito geográfico caracterizado por una determinada combinación de factores morfogenéticos.

1) Bajo inundable: aquellas zonas que conforman el cauce del río, activos y también sus paleocauces, que en el terreno se expresa como ramblones, bañados y pozos de agua generalmente salitrosa. Durante la temporada de lluvias suelen acumular agua por un período de algunas semanas. La vegetación asociada tiene una cobertura alta, que dependiendo el tipo de suelo predominaron chañares (*Geoffrea decorticans*, suelos arcillosos), jumes (*Alleonfrea vaginata*, suelos salitrosos) o bosques de algarrobos (*Prosopis flexuosa*, suelos franco arenosos). En época de lluvias abunda la vegetación efímera y especialmente en zonas del paleocauce estos puntos de agua son utilizados como bebederos por el ganado y la fauna nativa.

2) Planicie mal drenada: secciones del terreno llanas y amplias, con vegetación arbustiva baja (0-40 cm) muy esparcidas o ausentes dominados por zampa (*Atriplex lampa*), con suelos limosos arcillosos de alto contenido de sales. Son los fondos de las antiguas lagunas, y en época de lluvias suelen mantener el agua por días. También se incluye la periferia de los mismos, con suelos firmes y limosos arenosos dominados por jarilla (*Larrea divaricata*) o retama (*Bulnesia retama*) y zampa con una cobertura cercana al 50%

3) Planicies con montículos: corresponden a depósitos de suelo areno limoso en montículos bajos, con horizonte sin pendiente general y una vegetación arbustiva media dominada por usillo (*Tricomaria usillo*) y jarilla. Son las transiciones entre las zonas de fondo y los médanos.

4) Medanos bajos: de no más de 4 metros de altura, de suelo arenoso con vegetación variable, generalmente un filo con suelo mas o menos fijo por tupe (*Panicum urvilleanum*) y un pie con vegetación entre el 40 y el 60% de cobertura.

5) Medanos altos: similares a los anteriores, con hasta siete metros de altura, con un filo más marcado de arena suelta y sin vegetación.

Cauce de río: es el espacio delimitado por el máximo nivel del agua. Por lo general, el río casi nunca ocupa todo su cauce, aunque puede hacerlo en cualquier momento, por ejemplo tras lluvias torrenciales o vaciado de embalses.

Drenaje: evacuación progresiva de las aguas de escurrimiento, ya sea superficial o subterránea.

Intermedanos: zonas cóncavas que separan los médanos y reciben el agua de lluvia de los médanos, sin drenajes externos, y consecuentemente existen mayores acumulaciones de materia orgánica en superficie.

Escurrimiento: aquella parte del agua precipitada sobre la superficie del suelo, que se abre camino hacia el cauce de una corriente sin filtrarse en el suelo. Para los efectos prácticos dentro del concepto de escorrentía superficial puede incluirse también la escorrentía de aguas subsuperficiales, por comportarse esta de manera muy parecida a la primera, llegando a alcanzar la corriente tan rápidamente que casi siempre resulta imposible distinguirla de la escorrentía superficial.

1) Difuso: Modalidad de escurrimiento que tiene lugar por medio de muy pequeños filetes de agua sin mayor energía, que son incapaces de modelar verdaderamente la superficie cuando se trata de suelos de cierta coherencia y resistencia.

2) Lineal: Modalidad del escurrimiento que se lleva a cabo por medio de una serie de filetes y causes definidos.

3) Mantiforme: generalmente se clasifica de este modo a los escurrimientos no concentrados.

4) Subsuperficial: Mecanismo por el cual una fracción del agua de las precipitaciones se infiltra en el suelo permeable hasta una cierta profundidad en

la cual se encuentra bloqueada por el contacto con un material impermeable (o menos permeable) y que, cuando la topografía es accidentada, migra hacia la parte inferior de las pendientes siguiendo el plano irregular que la detiene.

Exposición: orientación predominante de la superficie respecto a los puntos cardinales.

Forma de relieve aspecto que presenta una parte de la superficie terrestre caracterizada por su forma, tamaño, estructura y proceso de formación; ver: forma geomorfológico.

Forma geomorfológica forma de la tierra con una serie de características geomorfológicas que representa una unidad dentro de la variedad de formas presentes sobre la tierra.

Fuente de agua: ubicación del agua no meteórica con respecto a la superficie del terreno.

Ladera: cada una de las pendientes, de sentido contrario, que limita lateralmente un valle, una montaña o un médano.

Lecho de río: es el fondo o superficie sobre la que fluye la corriente de agua.

Medanos: acumulación de arena móvil y de altura baja (<10m) media (10-15m) o alta (15 m a mas) cuya existencia es independiente, tanto de la forma del terreno, como de obstáculos fijos.

Montículos: construcción sedimentaria en forma de domo de no más de 1,5 m de altura depositada por agentes eólicos o fluviales sobre el terreno.

Suelo: formación natural superficial, mineral, vegetal y animal, de estructura muelle y variable en extremo y espesores diferentes, resultante de la transformación de la roca madre por acción de los agentes biológicos y físicos.

Textura: es la cantidad relativa expresada en % de arena, limo y arcilla contenida en una porción de suelo. Este término se refiere a las diferentes proporciones de separados en la fracción mineral del suelo, denominándose de la siguiente manera:

- *Arenas:* si sus tamaños son de 2,00 a 0,05mm de diámetro.

- *Limos:* si sus tamaños son de 0,05 a 0,002mm de diámetro.

- *Arcillas*: si sus tamaños son menores de 0,002mm de diámetro.

Paleocauce: Estructura sedimentaria que indica el lugar por el que corrió un río, arroyo o manto de agua.

Planicie: Extensión grande de terreno que tiene el mismo nivel en todas sus partes. Llanura.

Terraza fluvial: plataformas sedimentarias construidas en un valle fluvial por los propios sedimentos del río que se depositan a los lados del cauce en los lugares en los que la pendiente del mismo se hace menor, con lo que su capacidad de arrastre también se hace menor.